

**PENGUJIAN PARAMETER FISIS BIOGAS DARI KOMPOSISI
KOTORAN SAPI DAN LIMBAH ECENG GONDOK
MENGUNAKAN REAKTOR BERPENGADUK**



Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar
Sarjana Sains Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi
Pada Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

KARLINA
NIM: 60400111034

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
2017**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Karlina
NIM : 60400112034
Tempat/Tgl. Lahir : Bontokape/ 08 April 1993
Jur/Prodi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Alamat : BTN Tabaria Blok D5 No.2
Judul : Pengujian Parameter Fisis Biogas dari Komposisi Kotoran
Sapi dan Eceng Gondok Menggunakan Reaktor
Berpengaduk

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, Februari 2017

Penyusun,


Karlina

NIM: 60400112034

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Pengujian Parameter Fisis Biogas dari Komposisi Kotoran Sapi dan Eceng Gondok Menggunakan Reaktor Berpengaduk” yang disusun oleh Karlina, NIM: 60400112034, mahasiswa jurusan Fisika pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *Munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Selasa, tanggal 28 Februari 2017 M yang bertepatan dengan 01 Jumadil-Akhir 1438 H, dinyatakan dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana dalam ilmu Sains, Jurusan Fisika (dengan beberapa perbaikan).

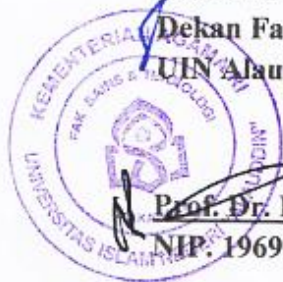
Gowa, 28 Februari 2017 M
01 Jumadil-Akhir 1438 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.	(.....)
Sekretaris I	: Ihsan, S.Pd., M.Si.	(.....)
Munaqisy I	: Sahara, S.Si., M.Sc., Ph.D.	(.....)
Munaqisy II	: Ayusari Wahyuni, S.Si., M.Sc.	(.....)
Munaqisy III	: Dr. Abdullah, M.Ag.	(.....)
Pembimbing I	: Iswadi, S.Pd., M.Si.	(.....)
Pembimbing II	: Hernawati, S.Pd., M.Pfis.	(.....)

Diketahui Oleh

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar



Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag.
NIP. 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah swt., atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis senantiasa berada pada garis kesabaran dan selalu dalam naungan keikhlasan dalam menyelesaikan skripsi ini. Salawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah, Muhammad saw, manusia dengan akhlaq paling mulia, tauladan yang sebenarnya dan pemimpin dengan keadilan yang tiada duanya.

Skripsi dengan judul **“Pengujian parameter fisis biogas dari komposisi kotoran sapi dan limbah eceng gondok menggunakan reaktor dengan pengaduk”** merupakan salah satu usaha memenuhi salah satu syarat penting kelulusan mahasiswa strata satu Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar .

Penulis menyampaikan terimah kasih yang terkhusus, teristimewa dan setulus-tulusnya kepada Ayahanda (Bapak Mahadi) dan Ibunda tercinta (Ibu Amnah) yang telah segenap hati dan jiwanya mencurahkan kasih sayang serta doanya yang tiada henti-hentinya demi kebaikan, keberhasilan dan kebahagiaan penulis, sehingga penulis bisa menjadi orang yang seperti sekarang ini. Ayahanda dan Ibunda tercinta yang senantiasa bekerja keras demi membiayai penulis hingga dapat menyelesaikan pendidikan dan penyusunan skripsi ini.

Segala bentuk saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan penulis untuk meningkatkan kualitas pada penulisan karya-karya berikutnya. Seuntai kata terima kasih atas bantuan dari berbagai pihak adalah satu-satunya ungkapan terindah yang dapat penulis sampaikan.

Selama menyelesaikan tugas ini, penulis telah banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Musafir Pababbari, M.Si sebagai Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
2. Bapak Prof. Dr. Arifuddin Ahmad, M.Ag periode sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
3. Ibu Sahara, S.Si, M.Sc, Ph.D sebagai Ketua Jurusan Fisika dan Bapak Ihsan, S.Si., M.Si sebagai Sekertaris jurusan Fisika.
4. Bapak Iswadi, S.Pd, M.Si selaku Pembimbing I dan Ibu Hernawati, S.Pd, M.Pfis selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan serta dorongan.
5. Ibu Sri Zelviani, S.Si, M.Sc, Ibu Ayusari Wahyuni, S.Si, M.Sc dan Bapak Dr. Abdullah, M.Ag sebagai tim Penguji
6. Ibu Fitriyanti, S.Si, M.Sc selaku Penasehat Akademik.
7. Bapak dan Ibu Dosen Fisika yang telah membimbing, menasehati dan memotivasi penulis selama ini
8. Para Laboran Fisika yang telah memberikan saran dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian skripsi

9. Seluruh staf pengajar dan karyawan yang berada dalam lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN alauddin makassar yang telah membantu kelancaran proses penulisan skripsi ini.
10. Keluarga besar bapak H. Hasan, M.S selaku Paman sekaligus Ayahanda kedua penulis di Makassar terimakasih atas semua bimbingan, nasehat, motivasi dan bantuan selama ini.
11. Saudara-saudariku Bripka Wahyuddin, S.Sos, Sri Dewi, A.ma. Bripka Subhan, Yusran, Bayu Akbar, Sri Endang S.Si, Kurniati, Al-Ma'ruf, Rosmiati dan Lita yang selalu memberikan dorongan, nasehat, bimbingan, motivasi dan bantuan selama ini.
12. Teman – teman LDF Ulil Al Baab, LDK Al Jami', Komisariat KAMMI UIN Alauddin Makassar dan Senat Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu memberikan motivasi, pelajaran, pengalaman dan bantuan selama penulis belajar di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
13. Sahabatku ST. Rahmatia, S.Pd, Nursadaqah, Rafiatun Indriani, S.Pi, Devisisari, S.Pd, Yuliyana, Novita Syarif, Mukkaramah, Fathurismah, Miftahul Janah, Munazirrah, S.Si, ST. Nurjannah, S.Si dll yang selalu memberikan motivasi dan bantuan selama penyusunan skripsi.
14. Saudara-saudariku Muh. Fajrin, Dahlan, S.Pd, Syarifuddin, S.Pd, Susi sulastri dan misbah yang selalu memberikan dorongan, motivasi dan bantuan selama ini.

15. Nusri Asri Asnawi, ST, Magfidar, Feby Eka Saputri, Nirmayanti, Nur Eni, Nadiyah Kirana, Jusra dll terimakasih atas kebersamaan, bantuan dan motivasi, selama ini.
16. Abdul Hafid Mahmud, Arif Rahman, Rahmat dll terimakasih atas motivasi dan bantuan selama ini.
17. Teman-teman di Pondok Az-Zahrah terimakasih atas motivasi dan bantuan selama penyusunan skripsi.
18. Teman-teman Fisika 2012 terima kasih yang tidak terhingga untuk kalian semua yang telah memberi motivasi selama penyusunan skripsi ini .
19. Teman-teman Alumni SD, SMP dan SMA yang sampai saat ini selalu memberikan dukungan dan motivasi.
20. Keluarga besar penulis yang selalu memberikan dorongan, dukungan beserta doa, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
21. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan motivasi, saran dan telah membantu kelancaran penyusunan skripsi ini.

Semoga isi dari skripsi ini, dapat bermanfaat bagi sesama dan berguna bagi semesta, *Amin*.

Makassar, Februari 2017

Karlina
NIM: 60400112034

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	...i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-5
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN TEORITIS.....	6-33
2.1 Biogas.....	6
2.2 Kotoran Sapi.....	17
2.3 Eceng Gondok.....	22
2.4 Proses Fermentasi (Proses Anaerobik).....	25
2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi dalam Pembentukan Biogas.....	29
2.6 Manfaat Biogas.....	32
BAB III METODE PENELITIAN.....	34-38
3.1 Waktu Dan Tempat.....	34
3.2 Alat Dan Bahan.....	34

3.3 Prosedur Kerja.....	35
3.4 Diagram Alir	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39-47
4.1 Pengukuran nilai pH.....	39
4.2 Pengukuran Suhu	41
4.3 Pengukuran Tekanan.....	43
4.4 Uji Lama Nyala Biogas	46
4.5 Warna Nyala Biogas	47
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49-51
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Konstruksi reaktor biogas.....	13
Gambar 2.2 : Ilmuwan pencetus biogas.....	14
Gambar 2.3 : Peta provinsi pengguna biogas.....	15
Gambar 2.4 : Kotoran sapi.....	17
Gambar 2.5 : Tumbuhan eceng gondok.....	22
Gambar 2.6 : Pengaplikasian dari manfaat biogas.....	32
Gambar 2.7 : Diagram alir penelitian.....	38

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 :	Hubungan antara lama fermentasi terhadap perubahan pH pada perlakuan berbeda.....	39
Grafik 4.2 :	Hubungan antara lama fermentasi terhadap perubahan suhu pada perlakuan berbeda.....	41
Grafik 4.3 :	Hubungan antara lama fermentasi terhadap perubahan tekanan pada perlakuan berbeda.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 :	Kelebihan dan kekurangan beberapa reaktor.....	16
Tabel 2.2:	Rasio karbon dan nitrogen (c/n) dari beberapa bahan.....	19
Tabel 2.3:	Produksi kotoran ternak.....	20
Tabel 2.4 :	Potensi produksi gas.....	21
Table 2.5 :	Kondisi pengoperasian pada proses pencernaan anaerobic.....	25
Tabel 3.1:	Pengujian parameter fisis.....	36
Tabel 3.2:	Uji nyala biogas.....	37

ABSTRAK

Nama : KARLINA
NIM : 60400112034
Judul Skripsi : PENGUJIAN PARAMETER FISIS BIOGAS DARI
KOMPOSISI KOTORAN SAPI DAN ECENG
GONDOK MENGGUNAKAN REAKTOR
BERPENGADUK

Penelitian ini berjudul pengujian parameter fisis biogas dari komposisi kotoran sapi dan limbah eceng gondok menggunakan reaktor berpengaduk. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil pengujian parameter fisis berupa pengujian pH, suhu, tekanan, lama nyala dan warna nyala biogas. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kotoran sapi, eceng gondok dan air dengan 4 perlakuan. Proses pembuatan biogas dalam penelitian ini dimulai dengan mencacah eceng gondok, kemudian di blender dengan ditambahkan air sesuai perlakuan, selanjutnya mencampurkan dengan kotoran sapi menggunakan pengaduk dengan lama pengadukkan selama 5 menit dengan kecepatan 170 rpm dan menyimpan pada reaktor fermentasi biogas. Hasil pengujian parameter fisis diperoleh bahwa rentang nilai pH yaitu 6,0 – 7,2. Kemudian diperoleh rentang nilai suhu yaitu 33 °C – 28,67 °C. Selanjutnya rentang nilai tekanan yaitu 103,1 cmH₂O - 105 cmH₂O. Kemudian untuk lama nyala biogas diperoleh pada perlakuan I yaitu menyala dengan lama ±20 detik sedangkan untuk perlakuan II, III dan IV diperoleh tidak ada nyala biogas. Serta untuk warna nyala biogas diperoleh pada perlakuan I, II, III dan IV tidak ada warna nyala.

Kata Kunci: *kotoran sapi, eceng gondok, suhu, pH dan Tekanan, lama nyala, warna nyala.*

ABSTRACT

Name : KARLINA
NIM : 60400112034
Thesis Title: TESTING SOME PARAMETERS FISIS BIOGAS OF COMPOSITION COW DUNG AND WATER HYACINTH USE REACTOR WITH A STIRRER

This research titled testing parameters fisis biogas of composition cow dung and waste water hyacinth use reactor with a stirrer. As for the purpose of this research to known the result testing parameter fisis of testing pH, temperature, pressure, long a flame of and color a flame of biogas. Sample used in this research that is cow dung, water hyacinth and water with 4 treatment. Process of making biogas in this study began with enumerate water hyacinth, then in a blender with added water based on treatment, next mixing with cow dung use a stirrer with long stirrer for 5 minutes with speed 170 rpm and storing reactor fermentation biogas. The results of testing parameter fisis obtained that range the value pH namely 6,0 – 7,2. Later retrieved the temperature range namely 33 °C – 28,67 °C. Next range pressure that is 103,1 cmH₂O - 105 cmH₂O. Then to long a flame of biogas obtained at treatment that is on with long ±20 seconds while for treatment II, III and IV obtained no a flame of biogas. And to color a flame of biogas obtained at treatment I, II, III and IV have color a flame of.

Keywords: its cow dung, water hyacinth, temperature, pH and pressure, long a flame of, a flame of color.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tumbuhan air yang tumbuh dengan cepat (3 % perhari) di rawa-rawa, danau, waduk dan sungai yang alirannya tenang (Utomo dan Primastuti, 2013). Pertumbuhannya yang begitu pesat, dirasakan sangat merugikan karena sifat eceng gondok yang menutupi permukaan air akan menyebabkan kandungan oksigen berkurang (Yonathan, dkk, 2013). Pemanfaatan eceng gondok juga masih sangat terbatas. Salah satu pemanfaatan dari eceng gondok yang dilakukan saat ini adalah batangnya dijadikan sebagai perabotan seperti kursi, tetapi pemanfaatannya belum maksimal. Hal ini dikarenakan peminat pasar masih kurang dan belum diketahui banyak orang. Eceng gondok merupakan salah satu sumber biomassa yang mengandung hemiselulosa yang sangat besar sehingga baik dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif. Misalnya sebagai bahan baku pembuatan biogas (Tangio). Namun selain eceng gondok, segala jenis bahan-bahan organik dapat menjadi bahan baku pembuatan biogas terutama kotoran ternak.

Pemanfaatan limbah peternakan (kotoran ternak) merupakan salah satu alternatif yang sangat tepat untuk mengatasi naiknya harga pupuk dan kelangkaan bahan bakar minyak. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai sumber energi, tidak mengurangi jumlah pupuk organik yang bersumber dari kotoran ternak. Hal ini karena pada pembuatan biogas kotoran ternak yang sudah diproses dikembalikan

ke kondisi semula yang diambil hanya gas metana (CH_4) yang digunakan sebagai bahan bakar. Kotoran ternak yang sudah diproses pada pembuatan biogas dipindahkan ke tempat lebih kering, dan bila sudah kering dapat disimpan dalam karung untuk penggunaan selanjutnya (Pobi, dkk). Salah satu kotoran ternak penyumbang gas metana penghasil biogas adalah kotoran sapi. Kotoran sapi merupakan substrat yang cocok untuk pemanfaatan biogas, karena di dalam substrat kotoran sapi mengandung bakteri penghasil gas metana (Astuti, 2013).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan, memperoleh hasil bahwa pada variabel komposisi menunjukkan produksi biogas terbesar pada komposisi 2 : 2,5 sebesar 1162,97 mL dan produksi biogas terkecil sebesar 2 : 1 sebesar 12,85 mL. Komposisi terbaik dari proses fermentasi sebelumnya digunakan sebagai variabel tetap dengan variabel berubah pH. Hasil yang didapat menunjukkan dari rentang 4 – 7 produksi biogas mengalami kenaikan dan mulai menurun pada pH 8, dengan produksi biogas terbesar pada variabel pH 7 sebesar 1162,97 mL. Hasil analisa GC menunjukkan kandungan metana dalam biogas sebesar 0,03 mol/100 gr eceng gondok (Yonathan, dkk, 2013). Kemudian dilakukan pula penelitian dengan memanfaatkan eceng gondok, kotoran sapi dan usus bekicot memperoleh hasil bahwa dengan penambahan biostarter 1,25 g kotoran sapi, dapat meningkatkan produksi biogas 5 kali lipat yaitu 45 L biogas/kg Total Solids (TS) dibandingkan kontrol. Sedangkan biostarter dengan usus bekicot tidak menghasilkan biogas sama sekali. Penambahan jumlah biostarter menjadi 50 g kotoran sapi hanya meningkatkan 6,3 kali lipat yaitu 57 L biogas/kg TS. Adanya perlakuan hidrolisis asam terhadap substrat eceng gondok dan tanpa biostarter hanya menghasilkan 0,1

kali yaitu 9 L biogas/kg TS. Sedangkan dengan adanya perlakuan hidrolisis asam dan penambahan biostarter 1,25 g kotoran sapi, menghasilkan biogas 5,3 kali lipat yaitu 48 L biogas/kg TS. Oleh karena itu, perlakuan hidrolisis asam terhadap substrat eceng gondok dinilai kurang menguntungkan (Saputri, dkk, 2010). Selanjutnya dilakukan penelitian dengan menggunakan eceng gondok dan kotoran sapi sebagai mikroorganisme dekomposisi eceng gondok, diperoleh hasil bahwa Gas metan yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk menyalakan kompor setelah 30 hari pengisian dengan eceng gondok, air dan kotoran sapi. Penambahan kotoran sapi berfungsi sebagai prekursor dan sumber mikroba penghancur eceng gondok (Riyati, dkk).

Penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan ini adalah menggunakan sampel yang sama yaitu kombinasi antara eceng gondok dan kotoran sapi. Namun untuk perbedaannya adalah komposisi dari sampel yang digunakan kotoran sapi, eceng gondok dan air dengan empat perlakuan serta parameter yang akan diukur yaitu pH, suhu, tekanan biogas, lama uji nyala dan warna nyala biogas. Maka dari komposisi sampel diharapkan dapat memperoleh hasil biogas yang maksimal untuk mengatasi permasalahan eceng gondok dan kotoran sapi yang pemanfaatannya masih belum maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengujian parameter fisis berupa pengujian pH, suhu, tekanan, uji nyala dan warna nyala biogas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah mengetahui hasil pengujian parameter fisis berupa pH, suhu, tekanan, uji nyala dan warna nyala biogas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Memberikan pemahaman tentang limbah organik yaitu kotoran sapi dan eceng gondok yang dapat dimanfaatkan menjadi biogas.
2. Memberikan informasi bagi masyarakat tentang pemanfaatan limbah kotoran sapi dan eceng gondok yang dapat memberikan hasil lain berupa pupuk kompos dari proses fermentasi yang dilakukan. Selain untuk menghasilkan energi alternatif ramah lingkungan yakni biogas.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sampel yang digunakan adalah kotoran ternak dalam hal ini adalah kotoran sapi basah dan eceng gondok basah.
2. Perbandingan komposisi sampel yang digunakan adalah pada perlakuan I menggunakan perbandingan komposisi sampel 100 % kotoran sapi sebesar 4 Kg : 0 % eceng gondok sebesar 0 Kg: 100% air sebesar 4 L namun pada perlakuan I data yang digunakan adalah data pembanding dari penelitian sebelumnya menggunakan reaktor biogas yang sama, kemudian pada perlakuan II menggunakan perbandingan komposisi sampel 100 % kotoran sapi sebesar 4 Kg : 0 % eceng gondok sebesar 0 Kg : 100 % air sebesar 4 L, selanjutnya pada

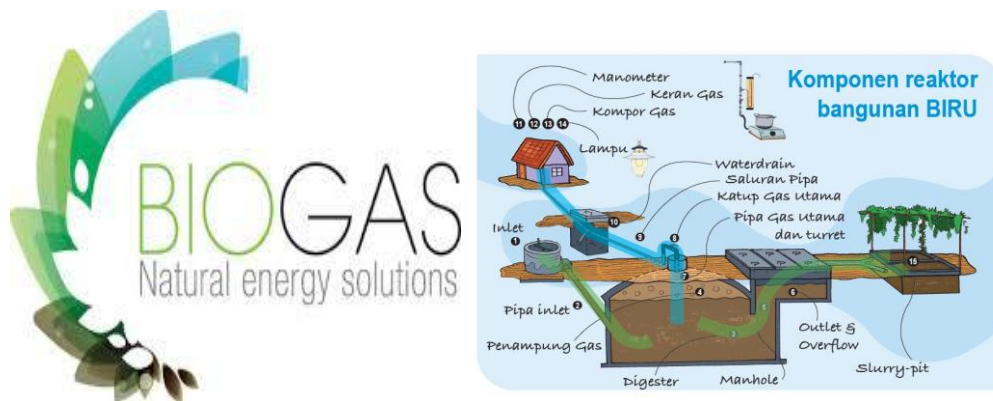
perlakuan III menggunakan perbandingan sampel 50 % kotoran sapi sebesar 2 Kg : 50 % eceng gondok sebesar 2 Kg: 100 % air sebesar 4 L, serta pada perlakuan IV menggunakan perbandingan komposisi sampel 75 % kotoran sapi sebesar 3 Kg : 25 % eceng gondok sebesar 1 Kg : 100 % air sebesar 4 L.

3. Pengujian parameter fisis yaitu berupa pH, suhu, tekanan, lama nyala dan warna nyala.

BAB II TINJAUAN TEORITIS

2.1 Biogas

a. Pengertian Biogas



Gambar 2.1 : konstruksi Reaktor Biogas
(sumber : <http://www.biru.or.id>)

Biogas merupakan suatu proses biokimia yang kompleks berupa gas yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme (aktivitas anaerobik atau fermentasi) dan salah satu teknologi pembentukan energi dengan memanfaatkan limbah, seperti limbah pertanian, limbah peternakan, dan limbah manusia yang termasuk bahan-bahan organik (Wahyuni, 2011). Contoh dari limbah tersebut adalah kotoran ternak, limbah domestik (rumah tangga), sampah *biodegradable* atau setiap limbah organik yang *biodegradable* dalam kondisi anaerobik (Wikipedia, 2014). Namun demikian kebanyakan bahan organik baik padat atau cair seperti kotoran dan urine (air kencing) ternaklah yang biasanya dimanfaatkan untuk system biogas sederhana. Jenis bahan organik yang diproses sangat mempengaruhi produktivitas sistem biogas selain parameter - parameter lain

seperti temperatur digester, pH (tingkat keasaman), tekanan, dan kelembaban udara (Purnomo, 2009).

Biogas memiliki kandungan 50–70% metana (CH_4), 25–50% karbondioksida (CO_2), 1–5 % hidrogen (H_2), 0,3–3% nitrogen (N_2) dan hidrogen sulfida (H_2S) (Arifin, dkk, 2011). Gas methan (CH_4) yang merupakan komponen utama biogas merupakan bahan bakar yang berguna karena mempunyai nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu sekitar 4800 sampai 6700 kkal/ m^3 , sedangkan gas metana murni mengandung energi 8900 kkal/ m^3 (Suryano, 2014).

Biogas adalah bahan bakar yang bersih karena tidak menghasilkan asap (Seperti halnya kayu, arang) sehingga alat-alat dapur dapat tetap bersih selama digunakan dan berfungsi sebagai bahan bakar minyak atau gas alam pengganti yang unggul (Roosganda dan Rusdiana, 2009). Kesetaraan biogas dengan sumber energi lain, yaitu 1 m^3 biogas setara dengan; elpiji 0,46 kg, 0,62 liter minyak tanah, 0,52 liter minyak solar, 0,80 liter minyak bensin, 1,50 m^3 gas kota dan 3,50 kg kayu bakar (Suryano, 2014).

Selain menjadi energi alternatif, biogas juga dapat mengurangi permasalahan lingkungan, seperti polusi udara dan tanah. Misalnya, seekor sapi potong yang berbobot 400—500 kg/ekor menghasilkan kotoran ternak segar sebanyak 20—29 kg/harinya. Bisa dibayangkan berapa banyak limbah yang dihasilkan dari sebuah peternakan yang mengelola puluhan sampai ratusan ekor sapi potong. Kondisi tersebut sebenarnya merupakan peluang usaha untuk dijadikan bahan baku pembuatan biogas. Hasil dari pembuatan biogas dapat dijadikan sumber energi serta sisa keluaran berupa lumpur (*sludge*) dapat

dijadikan pupuk siap pakai sehingga dapat menambah penghasilan bagi peternak sapi itu sendiri (Wahyuni, 2011). Dengan memperhatikan hal ini bahwa hampir semua bahan alam memiliki manfaatnya masing-masing dan tidak ada yang sia-sia, walaupun itu dari limbah sekalipun.

Berdasarkan pemaparan di atas Al-qur'an telah menjelaskan dalam surah Ali-Imran: 190-191 adalah sebagai berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Terjemahnya :

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, Maka peliharalah kami dari siksa neraka.” (QS. Ali-Imran – 190 : 191)

Al-Hafizh ‘Imaduddin Abul Fida’ Isma’il bin ‘Umar bin Katsir al-Qurasyi ad-Dimasyqi atau lebih dikenal dengan Ibnu Katsir, adalah salah seorang ulama yang mahir di berbagai bidang ilmu agama di abad VIII H. Di antara bidang yang ditekuninya adalah tafsir al-Qur’an.

Tafsir Ibnu Katsir adalah kitab tafsir yang paling tersohor di dunia Islam. Ketersohorannya di dukung oleh penulisnya sendiri dan metode penulisannya, yaitu *bil ma’tsur*, sebuah metode penulisan tafsir yang diakui valid, shahih, tepat, dan lurus karena menyandarkan penafsiran ayat-ayat al-Qur’an kepada landasan yang kuat dan valid, yaitu penafsiran al-qur’an dengan al-Qur’an, al-Qur’an

dengan hadits, serta penafsiran al-Qur'an dengan pendapat para ulama tafsir Salafush Shalih dari kalangan para Sahabat dan Tabi'in. Selain itu, tafsir ini ditopang dengan ilmu-ilmu bahasa Arab dan kaidah-kaidahnya yang lazim digunakan dalam penafsiran ayat al-Qur'an al-Karim.

Selanjutnya di pembahasan diatas maka digunakan terjemah kitab *Lubaabut tafsir min Ibni Katsir* yang disusun oleh Abdullah bin Muhammad bin Abdurrahman Alu Syaikh, guna mempermudah, Tafsir Ibnu Katsir adalah sebagai berikut:

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang yang berakal, (QS. 3: 190). (Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Rabb kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia. Mahasuci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa Neraka.” (QS. 3:191).

Makna ayat 190 *“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi.”*

Artinya, yaitu pada ketinggian dan keluasan langit dan juga pada kerendahan bumi serta kepadatannya. Dan juga tanda-tanda kekuasaan-Nya yang terdapat pada ciptaan-Nya yang dapat dijangkau oleh indera manusia pada keduanya (langit dan bumi), baik yang berupa; bintang-bintang, komet, daratan dan lautan, pegunungan, dan pepohonan, tumbuh-tumbuhan, tanaman, buah-buahan, binatang, barang tambang, serta berbagai macam warna dan aneka ragam makanan dan bebauan, *“Dan silih bergantinya malam dan siang.”* Yakni, silih bergantinya, susul menyusulnya, panjang dan pendeknya. Terkadang ada malam yang lebih panjang dan siang yang pendek. Lalu masing-masing menjadi seimbang. Setelah itu, salah satunya mengambil masa dari yang lainnya sehingga

yang terjadi pendek menjadi lebih panjang, dan yang diambil menjadi pendek yang sebelumnya panjang.

Semuanya itu merupakan ketetapan Allah yang Mahaperkasa lagi Mahamengetahui. Oleh karena itu Allah swt. berfirman “*Terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (Ulul Albab).*” Yaitu mereka yang mempunyai akal yang sempurna lagi bersih, yang mengetahui hakikat banyak hal secara jelas dan nyata. Mereka bukan orang-orang tuli dan bisu yang tidak berakal. Allah swt. berfirman tentang mereka:

“*Dan banyak sekali tanda-tanda (kekuasaan Allah) di langit dan di bumi yang mereka melaluinya, sedang mereka berpaling daripadanya. Dan sebagian besar dari mereka tidak beriman kepada Allah, melainkan dalam keadaan mempersekutukan Allah (dengan sembah-an sembah-an lain)*” (QS. Yusuf: 105-106) kemudian Allah menyifati tentang *Ulul Albab*, firman-Nya “*(Yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring.*”

Sebagaimana hadits yang diriwayatkan Imam al-Bukhari dan Imam Muslim dari ‘Imran bin Hushain, bahwa Rasulullah saw. bersabda:

“*Shalatlah dengan berdiri, jika kamu tidak mampu, maka lakukanlah sambil duduk, jika kamu tidak mampu, maka lakukanlah sambil berbaring*”

Maksudnya, mereka tidak putus-putus berdzikir dalam semua keadaan, baik dengan hati maupun dengan lisan mereka. “*Dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi.*” Maksudnya, mereka memahami apa yang terdapat pada keduanya (langit dan bumi) dari kandungan hikmah yang menunjukkan keagungan “al-Khaliq” (Allah), kekuasaan-Nya, keluasan ilmu-Nya, hikmah-Nya, pilihan-Nya, juga rahmat-Nya.

Syaikh Abu Sulaiman ad-Darani berkata: “Sesungguhnya aku keluar dari rumahku, lalu setiap sesuatu yang aku lihat, merupakan nikmat Allah dan ada pelajaran bagi diriku.” Hal ini di riwayatkan oleh Ibnu Abid Dun-ya dalam Kitab *at-Tawakkul wal I’tibar*.

Al-Hasan al-Basri berkata: “Berfikir sejenak lebih baik dari bangun shalat malam.”

Al-Fudhail mengatakan bahwa al-Hasan berkata: “Berfikir adalah cermin yang menunjukkan kebaikan dan kejelekanmu.”

Sufyan bin ‘Uyainah berkata: “Berfikir (tentang kekuasaan Allah) adalah cahaya yang masuk ke dalam hatimu.”

Nabi ‘Isa as. berkata: “Berbahagialah bagi orang yang lisannya selalu berdzikir, diamnya selalu berfikir (tentang kekuasaan Allah), dan pandangannya mempunyai *‘ibrah* (pelajaran).”

Luqman al-Hakim berkata: “Sesungguhnya lama menyendiri akan mengilhamkan untuk berfikir dan lama berfikir (tentang kuasa Allah) adalah jalan-jalan menuju pintu surga.”

Sungguh Allah mencela orang yang tidak mengambil pelajaran tentang makhluk-makhluk-Nya yang menunjukkan kepada dzat-Nya, sifat-Nya, syari’at-Nya, kekuasaan-Nya dan tanda-tanda (kekuasaan)-Nya.

Dan di sisi lain Allah swt. memuji hamba-hamba-Nya yang beriman:”(*Yaitu*) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi.” Yang mana mereka berkata: “*Ya Rabb, tiadalah Engkau menciptakan*

ini dengan sia-sia.” Artinya, Engkau tidak menciptakan semuanya ini dengan sia-sia, tetapi dengan penuh kebenaran, agar Engkau memberikan balasan kepada orang-orang yang beramal buruk terhadap apa-apa yang telah mereka kerjakan dan juga memberikan balasan orang-orang yang beramal baik dengan balasan yang lebih baik (Surga). Kemudian mereka menyucikan Allah dari perbuatan sia-sia dan penciptaan yang bathil seraya berkata: “*Mahasuci Engkau.*” Yakni dari menciptakan sesuatu yang sia-sia. “*Maka peliharalah kami dari siksa Neraka.*” Maksudnya, wahai Rabb yang menciptakan makhluk ini dengan sungguh-sungguh dan adil. Wahai Dzat yang jauh dari kekurangan, aib dan kesia-siaan, peliharalah kami dari adzab Neraka dengan daya dan kekuatan-Mu. Dan berikanlah taufik kepada kami dalam menjalankan amal shalih yang dapat mengantarkan kami ke Surga serta menyelamatkan kami dari adzab-Mu yang sangat pedih (Abdullah bin Muhammad bin Abdurrahman bin ishaq al-sheikh : 11).

Berdasarkan tafsir ibnu katsir diatas hubungan dengan penelitian ini bahwa biogas yang terbentuk dari bahan-bahan organik yang dimana merupakan limbah. Memiliki manfaat bagi kehidupan manusia dalam pemenuhan kebutuhan akan energi yakni biogas sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa semua apa yang ada di bumi dan langit ini tidaklah diciptakan dengan sia-sia, semua memiliki kadarnya masing-masing, memiliki manfaatnya masing-masing yakni bagi orang-orang yang berakal yang memikirkan penciptaan langit dan bumi ini, baik dalam shalat, dzikir maupun dalam perenungan untuk kemaslahatan umat. Salah satunya adalah biogas yang terbentuk dari bahan limbah organik ini.

b. Sejarah Biogas

Sejarah penemuan proses anaerobik digestion untuk menghasilkan biogas tersebar di benua Eropa. Penemuan ilmuwan Alessandro Volta terhadap gas yang dikeluarkan di rawa-rawa terjadi pada tahun 1770, beberapa dekade kemudian Avogadro mengidentifikasi tentang gas Methana. Setelah tahun 1875 dipastikan bahwa biogas merupakan produk dari proses anaerobik digestion.



Alessandro Volta

Avogadro

Louis Pasteur

Gambar 2.2 : Ilmuwan pencetus Biogas
(Sumber : <https://bio9rafi.wordpress.com>)

Tahun 1884 Pasteur melakukan penelitian tentang biogas menggunakan kotoran hewan. Era penelitian Pasteur menjadi landasan untuk penelitian biogas hingga saat ini. Pada akhir abad ke-19 ada beberapa riset dalam bidang ini dilakukan. Di Jerman dan Perancis melakukan riset pada masa antara dua perang dunia dan beberapa unit pembangkit biogas dengan memanfaatkan limbah pertanian.

Selama perang dunia ke-II banyak petani di Inggris dan benua Eropa yang membuat digester kecil untuk menghasilkan biogas yang digunakan

untuk menggerakkan traktor. Karena harga BBM semakin murah dan mudah memperolehnya pada tahun 1950-an pemakaian biogas di Eropa di tinggalkan. Tetapi, di negara-negara berkembang kebutuhan akan sumber energi yang murah dan selalu tersedia selalu ada. Oleh karena itu, di India kegiatan produksi biogas terus dilakukan semenjak abad ke-19. Saat ini, negara berkembang lainnya, seperti China, Filipina, Korea, Taiwan, dan Papua Nugini, telah melakukan berbagai riset dan pengembangan alat penghasil biogas. Selain di negara berkembang, teknologi biogas juga telah dikembangkan di negara maju seperti Jerman (Prasetyo, 2013).

c. Perkembangan Biogas di Indonesia

Teknologi biogas mulai di perkenalkan di Indonesia pada tahun 1970-an. Pada awalnya teknik pengolahan limbah dengan instalasi biogas dikembangkan di wilayah pedesaan, tetapi saat ini teknologi ini sudah mulai di terapkan di wilayah perkotaan. Pada tahun 1981, pengembangan instalasi biogas di Indonesia di kembangkan melalui Proyek Pengembangan Biogas dengan dukungan dana dari Food and Agriculture Organization (FAO) dengan dibangun contoh instalasi biogas di beberapa provinsi. Mulai tahun 2000-an telah dikembangkan reaktor biogas skala kecil (rumah tangga) dengan konstruksi sederhana yang terbuat dari plastik secara siap pasang dan dengan harga yang relatif murah (Anonim, 2010). Kemudian biogas dibangun dalam bentuk denplot oleh pemerintah dengan reaktor berbentuk kubah dari bata/beton (fixed dome) dan bentuk terapung (floating) yang terbuat dari drum yang disambung (Wahyuni, 2011).



Gambar 2.3 : Peta Provinsi Pengguna Biogas
(Sumber : <https://www.google.co.id/search?q=gambar+peta+indonesia>)

Tahun 2015, sebanyak 70 ribu rumah tangga di Indonesia telah memanfaatkan energi yang dihasilkan dari kotoran ternak. Seluruh rumah tangga tersebut merupakan penerima manfaat program biogas rumah (BIRU) yang dikembangkan oleh Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (Ditjen EBTKE) Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM).

Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi (EBTKE) Rida Mulyana mengatakan sejak program BIRU di luncurkan pada 2013 lalu, telah dibangun 14.173 reaktor BIRU di sembilan provinsi. Keberhasilan program tersebut membuat pemerintah berencana memperluas cakupan wilayah program menjadi 13 provinsi tahun 2015. Diantara ke-9 Provinsi yang menggunakan dan mengembangkan Biogas di Indonesia yaitu : Jawa Timur, Jawa Barat, Jawa Tengah, Bali, NTB, DKI Yogyakarta, Sulawesi Selatan, Kalimantan Timur, dan Riau (Duta, 2015).

Kini, bahan reaktor yang digunakan telah berkembang, ada yang terbuat dari beton/bata, plat besi, plastik, dan serat kaca (fiber glass), dengan masing-masing kelebihan dan kekurangan, sebagai berikut :

Tabel 2.1 : Kelebihan dan Kekurangan Beberapa Reaktor

Beton/bata	Fiber Glass (Swen IT)	Plastik
Pembangunan harus teliti, butuh waktu lama	Produk pabrik , sistim knock down sangat kedap udara , waktu pasang singkat	Konstruksi sederhana, waktu pasang singkat
Tidak dapat dipindah	Dapat dipindah, mudah untuk di renovasi	Dapat dipindah tapi cukup riskan (rusak)
Kalau bocor susah dideteksi	Kalau bocor mudah dideteksi dan diperbaiki.	Kalau bocor susah diperbaiki
Biaya konstruksi agak mahal	Biaya konstruksi agak mahal	mahal Biaya konstruksi murah
Operasional mudah kotoran langsung disalurkan ke dalam reaktor	Operasional mudah, kotoran dapat langsung disalurkan ke dalam reaktor	Operasional agak rumit, kotoran dimasuki pakai tangan
Daya tahan tergantung saat pembuatan	Daya tahan kuat, tahan segala cuaca , tahan 10 - 15 thn	Daya tahan sangat kurang mudah rusak

Sumber : Sri Wahyuni (2011)

d. Sumber Bahan Baku Pembuatan Biogas

Seperti disebutkan sebelumnya, biogas dapat diproduksi dari bahan organik antara lain berasal dari: kotoran ternak, limbah rumah tangga, limbah perkotaan, limbah organik pabrik, dan biomassa. Namun, ada tiga sektor utama yang berpotensi dalam pengembangan biogas di Indonesia yaitu sektor pertanian, limbah cair dan limbah perkotaan. Sektor-sektor tersebut di atas dinilai cocok

untuk pengembangan biogas di Indonesia baik ditinjau dari sisi karakteristik dan ketersediaan maupun secara teknis dan ekonominya (Wahyuni, 2011).

Contoh limbah peternakan maupun perairan yang dapat dimanfaatkan dengan baik salah satunya untuk pemanfaatan menjadi energi alternatif ramah lingkungan.

2.2. Kotoran Ternak (Kotoran Sapi)

Sapi adalah binatang yang memiliki banyak manfaat mulai dari susu yang dihasilkan, daging, bulu dan lain-lain sampai limbah buangan sekalipun yaitu kotoran sapi. Kotoran sapi merupakan substrat yang cocok untuk pemanfaatan biogas, karena di dalam substrat kotoran sapi mengandung bakteri penghasil gas metan yang terdapat dalam perut ternak ruminansia (Astuti, 2013).



Gambar 2.4 : Kotoran Sapi

(Sumber : <https://www.google.co.id/search?q=gambar+limbah+pertanian>)

Berdasarkan pemaparan di atas Al-qur'an telah menjelaskan dalam surah Al-mu'minun: 21-22 adalah sebagai berikut:

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۚ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهَا وَلَكُمْ فِيهَا مَنَافِعُ كَثِيرَةٌ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ ﴿٢١﴾
وَعَلَيْهَا وَعَلَى الْفُلْكِ تُحْمَلُونَ ﴿٢٢﴾

Terjemahnya :

“Dan Sesungguhnya pada binatang-binatang ternak, benar-benar terdapat pelajaran yang penting bagi kamu, kami memberi minum kamu dari air susu yang ada dalam perutnya, dan (juga) pada binatang-binatang ternak itu terdapat faedah yang banyak untuk kamu, dan sebagian daripadanya kamu makan, Dan di atas punggung binatang-binatang ternak itu dan (juga) di atas perahu-perahu kamu diangkut.” (Q.S : Al-mu'minun: 21-22)

Tarfsir Al-misbah menjelaskan tentang Al-qur'an Surah Al-mu'minun ayat 21-22 bahwa ayat yang lalu menguraikan kuasa dan anugerah-Nya yang berkaitan dengan air yang dengannya terjadi kehidupan. Kini disebut anugerah serta bukti kuasa-Nya yang lain dengan menyatakan bahwa: *Dan* disamping anugerah yang lalu, kami juga menganugerahkan binatang-binatang untuk kamu, antara lain ternak. *Sesungguhnya pada binatang-binatang ternak*, unta, atau juga sapid an kambing. *Benar-benar terdapat ibrah* yakni pelajaran *bagi kamu*. Melalui pengamatan dan pemanfaatan binatang-binatang itu, kamu dapat memperoleh bukti kekuasaan Allah dan karunia-Nya. *Kam memberi kamu minum dari sebagian*, yakni susu murni yang penuh gizi *yang ada dalam perutnya*, dan juga selain susunya, *padanya*, yakni pada binatang-binatang ternak itu secara khusus *terdapat juga faedah yang banyak untuk kamu* seperti daging, kulit dan bulunya. Semua itu dapat kamu manfaatkan untuk berbagai tujuan, *dan sebagian darinya* atas berkat Allah *kamu makan* dengan mudah lagi lezat dan bergizi. *Dan diatasnya*, yakni diatas punggung binatang-binatang itu yakni unta *dan juga diatas perahu-perahu kamu* dan barang-barang kamu *diangkut* atas izin Allah menuju tempat-tempat yang jauh (M. Quraish Shihab, 2002).

Berdasarkan tafsir tentang Al-qur'an Surah Al-mu'minun ayat 21-22 dapat diperoleh ibrah yaitu pelajaran tentang kuasa dan karunia Allah terhadap manusia. Selain susu dari binatang-binatang ternak seperti sapi, unta, kambing dan lain sebagainya juga terdapat pula bulu, daging dan kulit yang dapat dimanfaatkan. Akan tetapi ternyata selain itu juga bakteri yang terdapat pada perut binatang ternak seperti sapi juga dapat dimanfaatkan yaitu bakteri methanogen. Bakteri ini dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan manusia yaitu berupa biogas. Bakteri ini dapat diperoleh dari kotoran sapi yang tentunya mengandung bakteri metanogen tersebut. Jadi segala puji hanyalah milik Allah yang menjadikan segala apa yang diciptakan-Nya adalah rahmat yang sangat bermanfaat bagi manusia. Tergantung bagaimana manusia itu sendiri yang mampu merenungkan dan memanfaatkan ciptaan Allah dengan sebaik-baiknya.

Feses sapi sebagai limbah peternakan digunakan sebagai sumber C dan N dalam pembentukan gas metan. Feses sapi sebagai bahan isian utama mempunyai rasio C/N sebesar 22,12 sampai 25 (M. Quraish Shihab, 2002).

Tabel 2.2: Rasio Karbon dan Nitrogen (C/N) dari beberapa bahan

Bahan	Rasio C/N
Kotoran bebek	8
Kotoran ayam	10
Kotoran kambing	12
Kotoran domba	19
Kotoran sapi/kerbau	24
Eceng gondok	25
Kotoran gajah	43
Batang jagung	60
Jerami padi	70
Jerami gandum	90
Serbuk gergaji	Diatas 200

Sumber : KARKI dan DIXIT (1984)

Hubungan antara jumlah karbon dan nitrogen dinyatakan dengan rasio karbon/nitrogen (C/N), rasio optimum untuk digester anaerobik berkisar 20 - 30 . Jika C/N terlalu tinggi, nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat oleh bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhannya dan hanya sedikit yang bereaksi dengan karbon akibatnya gas yang dihasilkan menjadi rendah. Sebaliknya jika C/N rendah, nitrogen akan dibebaskan dan berakumulasi dalam bentuk amonia (NH_4) yang dapat meningkatkan pH . Jika pH lebih tinggi dari 8,5 akan menunjukkan pengaruh negatif pada populasi bakteri metanogen (Haryati, 2006).

Berdasarkan penjelasan di atas mengenai rasio C/N maka dengan memperhatikan tabel 2,2 dapat disimpulkan bahwa rasio C/N yang baik untuk proses digester anaerobik produksi biogas adalah kotoran sapi sebesar 24 dan eceng gondok sebesar 25. Namun, untuk memperoleh rasio C/N yang baik dapat juga dengan mengkombinasikan beberapa limbah dengan memperhatikan rasio C/N dari bahan-bahan tersebut.

Tabel 2.3. Produksi Kotoran Ternak

Jenis Ternak	Bobot Ternak (Kg/Ekor)	Produksi KTS (Kg/Hari)
Sapi Potong	400-500	20 - 29
Sapi Perah	500-600	30 - 50
Ayam Petelur	1.5 - 2.0	0.1
Ayam Pedaging	1.0 – 1.5	0.06
Domba	30-40	2

Keterangan: KTS (Kotoran Ternak Segar)

Sumber : United Nations (1984)

Dari Tabel di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar bobot berat ternak maka produksi kotoran ternak segarnya akan semakin besar pula.

Produksi kotoran ternak segar jika tidak dimanfaatkan maka methana (CH_4) yang terkandung akan dapat mencemarkan lingkungan dan manusia.

Seekor sapi dewasa rata-rata menghasilkan kurang lebih 10 kg kotoran sapi setiap hari. Untuk menghasilkan 1 m^3 gas bio, diperlukan kira-kira 20 kg kotoran sapi. Jadi dalam sehari 1 ekor sapi menghasilkan 0,45 m^3 gas bio atau 1 kg kotoran sapi menghasilkan kurang lebih 0,05 m^3 gas bio. Dalam penggunaan sehari-hari, untuk memasak air 1 liter, dibutuhkan 40 lt (0,04 m^3) gas bio, dalam waktu 10 menit. Untuk menanak 1/2 kg beras, dibutuhkan rata-rata 0,15 m^3 gas bio, dalam 30 menit. Penggunaan sehari-hari dalam rumah tangga dibutuhkan rata-rata 3 m^3 gas (Sunaryo, 2014).

Tabel 2.4 : Potensi Produksi Gas

Jenis Kotoran	Produksi Gas Per Kg Kotoran (m^3)
Sapi / Kerbau	0,023 – 0,040
Ayam	0,065 – 0,116
Manusia	0,020 – 0,028

Sumber : Chengdu Biogas Research Institut (1989)

Dari Tabel di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa besarnya Produksi Gas per Kg kotoran tergantung dari jenis kotoran yang dimanfaatkan untuk pembuatan Biogas. Jika jenis kotoran yang dimanfaatkan memiliki produksi kotoran yang besar setiap harinya maka kebutuhan gas rumah tangga untuk memasak satu keluarga akan terpenuhi.

3.3. Eceng Gondok

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan jenis gulma yang pertumbuhannya sangat cepat. Pertumbuhan eceng gondok dapat mencapai 1,9 % perhari dengan tinggi antara 0,3 – 0,5 m. pertumbuhannya yang begitu pesat, dirasakan sangat merugikan karena sifat eceng gondok yang menutupi permukaan air akan menyebabkan kandungan oksigen berkurang. Pada umumnya eceng gondok tumbuh dengan cara vegetatif yaitu dengan menggunakan stolon. Kondisi optimum bagi perbanyakannya memerlukan kisaran waktu antara 11-18 hari. Tumbuhan eceng gondok akan berpengaruh terhadap kadar CO₂ yang terdapat pada air. Peningkatan CO₂ pada air akan mengawali rata-rata bersih fotosintesis. Setelah terjadi adaptasi indeks luas pada daun dan pada pangkalnya menyokong perbaikan berat kering (Yonathan, 2013).



Gambar 2.5 : Tumbuhan eceng gondok

(Sumber : <http://juntrimanwaruwu.blogspot.co.id/2013/05/manfaat-dankandungan-daun-enceng-gondok.html>)

Disamping efek negatif dari tanaman eceng gondok dan Sisa pengolahan limbah eceng gondok tersebut hanya dibuang sebagai sampah tanpa adanya

pengolahan lanjut. Padahal eceng gondok merupakan salah satu sumber biomassa yang masih dapat dimanfaatkan (Saputri, dkk, 2010). Eceng gondok dapat dimanfaatkan dalam produksi biogas karena mempunyai kandungan hemiselulosa yang cukup besar dibandingkan komponen organik tunggal lainnya. Hemiselulosa adalah polisakarida kompleks yang merupakan campuran polimer yang jika dihidrolisis menghasilkan produk campuran turunan yang dapat diolah dengan metode anaerobik digestion untuk menghasilkan dua senyawa campuran sederhana berupa metan dan karbon dioksida yang biasa disebut biogas (Gohsh, dkk, 1984).

Berdasarkan pemaparan di atas Al-qur'an telah menjelaskan dalam surah Az-zumar: 21 adalah sebagai berikut :

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ نُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا
الْوَلْوَةً ثُمَّ يَهْبِجُ فَرْثَهُ مُصْفًى ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَمًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿٢١﴾

Terjemahnya :

“Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa Sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi Kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, Kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal.” (Q.S : Az-zumar : 21)

Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan tentang Al-qur'an Surah Az-zumar ayat 21 bahwa Allah Ta'ala memberikan kabar bahwa asal air yang ada di bumi adalah dari langit, sebagaimana Allah swt berfirman,

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا ﴿٢١﴾

“Dan kami turunkan dari langit air yang amat bersih.” (Q.S: Al-Furqaan: 48)

Maka ketika Dia telah menurunkan air dari langit, ia terserap ke dalam bumi, kemudian Dia mengalirkannya kebagian-bagian bumi sesuai apa yang dikehendaki-Nya, dan ditumbuhkan-Nya mata air-mata air di antara yang kecil dan yang besar sesuai kebutuhan. Untuk itu Allah Tabaaaraka wa Ta’ala berfirman,

فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ “Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi.”

Sa’id bin Jubair dan ‘Amir asy-Sya’bi berkata: “Sesungguhnya setiap air yang ada di bumi berasal dari langit.”

Firman Allah Ta’ala, *ثُمَّ تُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ* “Kemudian, ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanaman-tanaman yang bermacam-macam warnanya,” yaitu, kemudian dengan air yang turun dari langit dan yang muncul dari bumi itu, Dia tumbuhkan tanam-tanaman yang bermacam-macam; yaitu warna, bentuk, rasa, bau dan manfaatnya. *ثُمَّ يَجْعَلُ* “Lalu ia menjadi kering,” yaitu, setelah masa keindahan dan mudanya (habis), ia menjadi tua hingga terlihat menguning yang bercampur kering. *ثُمَّ يَجْعَلُهُ* “Kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai,” yaitu, kemudian kembali kering (dan) hancur berderai-derai. *إِنَّا فِي لَدُنْكَ لِلْأُولَىٰ لَكَيْبٌ* ”sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal,”

Yaitu, bagi orang-orang yang menyadari hal tersebut, lalu mereka mendapat pelajaran bahwa dahulunya dunia adalah seperti itu; hijau, menyenangkan dan indah, kemudian kembali menjadi tua renta. Yang dahulunya muda, kembali menjadi tua dan lemah yang pada akhirnya mati. Orang yang berbahagia adalah orang yang kondisi sesudah kematiannya berada dalam kebaikan. Banyak sekali Allah swt memberikan perumpamaan tentang kehidupan ini dengan air yang diturunkan dari langit dan dengannya ditumbuhkan tanam-

tanaman dan buah-buahan, kemudian setelah itu menjadi hancur berderai-derai, sebagaimana Allah Ta'ala berfirman :

وَأَضْرَبَ لَهُمْ مَثَلِ الْحَيَاةِ الدُّنْيَا كَمَا أَنْزَلْنَاهُ مِنَ السَّمَاءِ فَاخْتَلَطَ بِهِ نَبَاتُ الْأَرْضِ فَأَصْبَحَ هَشِيمًا تَذْرُوهُ الرِّيْحُ ۗ وَكَانَ اللَّهُ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ مُّقْتَدِرًا ﴿٩٩﴾

Terjemahnya:

Dan berilah perumpamaan kepada mereka (manusia), kehidupan dunia sebagai air hujan yang kami turunkan dari langit, Maka menjadi subur karenanya tumbuh-tumbuhan di muka bumi, Kemudian tumbuh-tumbuhan itu menjadi kering yang diterbangkan oleh angin. dan adalah Allah, Maha Kuasa atas segala sesuatu. (Abdullah bin Muhammad bin Abdurrahman bin ishaq al-Sheikh : 99-100).

3.4. Proses fermentasi (Proses Aanaerobik)

Proses pencernaan anaerobik , yang merupakan dasar dari reaktor biogas yaitu proses pemecahan bahan organik oleh aktivitas bakteri metanogenik dan bakteri asidogenik pada kondisi tanpa udara . Bakteri ini secara alami terdapat dalam limbah yang mengandung bahan organik, seperti kotoran binatang, manusia, dan sampah organik rumah tangga . Proses anaerobik dapat berlangsung di bawah kondisi lingkungan yang luas meskipun proses yang optimal hanya terjadi pada kondisi yang terbatas (Haryati, 2006). Kondisi pengoperasian pada proses pencernaan anaerobic seperti yang terlihat pada tabel berikut:

Table 2.5 : Kondisi pengoperasian pada proses pencernaan anaerobik

Parameter	Nilai
Temperatur	20-30 °C
Mesofilik	35°C
Termofilik	54°C
pH	7-8
Alkalinitas	2500 mg/L minimum
Waktu retensi	10 - 30 hari

Laju terjenuhkan	0,15 - 0,35 kg VS/m ³ /hari
Hasil biogas	4,5- 11 m ³ /kg VS
Kandungan metana	60-70%

Sumber : ENGLER et al . (2000).

Menurut (Sidik, 2008) menyatakan bahwa proses anaerobic digester ini berlangsung dalam empat tahap sebagai berikut:

a. Proses hydrolysis

yaitu dekomposisi bahan organik polimer seperti protein, karbohidrat, dan lemak menjadi monomer yang mudah larut seperti glukosa, asam lemak, dan asam amino yang dilakukan oleh sekelompok bakteri fakultatif seperti lipolytic bacteria, cellulolytic bacteria, dan proteolytic bacteria.

b. Proses acidogenesis

yaitu dekomposisi monomer organik menjadi asam-asam organik dan alkohol. Pada proses ini, monomer organik diuraikan lebih lanjut oleh acidogenic bacteria menjadi asam-asam organik seperti asam format, asetat, butirrat, propionat, laktat, ammonia, serta dihasilkan juga CO₂, H₂, dan etanol.

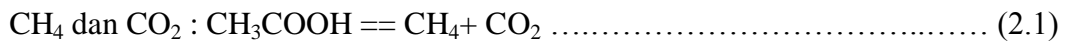
c. Proses acetogenesis

yaitu perubahan asam organik dan alkohol menjadi asam asetat. Pada proses ini senyawa asam organik dan etanol diuraikan acetogenic bacteria menjadi asam format, asetat, CO₂, dan H₂.

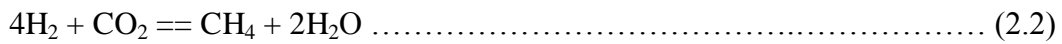
d. Proses methanogenesis

yaitu perubahan dari asam asetat menjadi methan. CH₄ adalah produk akhir dari degradasi anaerob. Pembentukan methan dapat terjadi melalui dua cara.

Cara pertama adalah fermentasi dari produk utama dari tahap pembentukan asam, yaitu asam asetat menjadi



Cara kedua adalah penggunaan H_2 oleh beberapa methanogen untuk mereduksi CO_2 menjadi CH_4 . Reaksi yang terjadi adalah:



Adapun bakteri yang terlibat dalam proses anaerobik ini yaitu bakteri hidrolitik yang memecah bahan organik menjadi gula dan asam amino, bakteri fermentatif yang mengubah gula dan asam amino tadi menjadi asam organik, bakteri asidogenik mengubah asam organik menjadi hidrogen, karbondioksida dan asam asetat dan bakteri metanogenik yang menghasilkan metan dari asam asetat, hidrogen dan karbondioksida. Di dalam digester biogas, terdapat dua jenis bakteri yang sangat berperan, yakni bakteri asidogenik dan bakteri metanogenik. Kedua jenis bakteri ini perlu eksis dalam jumlah yang berimbang. Bakteri bakteri ini memanfaatkan bahan organik dan memproduksi metan dan gas lainnya dalam siklus hidupnya pada kondisi anaerob. Mereka memerlukan kondisi tertentu dan sensitif terhadap lingkungan mikro dalam digester seperti temperatur, keasaman dan jumlah material organik yang akan dicerna. Terdapat beberapa spesies metanogenik dengan berbagai karakteristik. Bakteri ini mempunyai beberapa sifat fisiologi yang umum, tetapi mempunyai morfologi yang beragam seperti *Methanomicrobium*, *Methanosarcina*, *Metanococcus* . *Methanothrix* (Yongzhi dan Hu, 2010).

Bakteri metanogenik tidak aktif pada temperatur sangat tinggi atau rendah. Temperatur optimumnya yaitu sekitar 35°C . Jika temperatur turun menjadi 10°C , produksi gas akan terhenti . Produksi gas yang memuaskan berada pada daerah

mesofilik yaitu antara 25 - 30°C. Biogas yang dihasilkan pada kondisi di luar temperatur tersebut mempunyai kandungan karbondioksida yang lebih tinggi. Pemilihan temperature yang digunakan juga dipengaruhi oleh pertimbangan iklim. Untuk kestabilan proses, dipilih kisaran temperatur yang tidak terlalu lebar. Pada cuaca yang hangat, digester dapat dioperasikan tanpa memerlukan pemanasan (Haryati, 2006).

Kegagalan proses pencernaan anaerobik dalam digester biogas bisa dikarenakan tidak seimbangnya populasi bakteri metanogenik terhadap bakteri asam yang menyebabkan lingkungan menjadi sangat asam (pH kurang dari 7) yang selanjutnya menghambat kelangsungan hidup bakteri metanogenik. Kondisi keasaman yang optimal pada pencernaan anaerobic yaitu sekitar pH 6,8 sampai 8, laju pencernaan akan menurun pada kondisi pH yang lebih tinggi atau rendah (Haryati, 2006).

Bakteri yang terlibat dalam proses anaerobik membutuhkan beberapa elemen sesuai dengan kebutuhan organisme hidup seperti sumber makanan dan kondisi lingkungan yang optimum. Bakteri anaerob mengkonsumsi karbon sekitar 30 kali lebih cepat dibanding nitrogen. Hubungan antara jumlah karbon dan nitrogen dinyatakan dengan rasio karbon/nitrogen (C/N), rasio optimum untuk digester anaerobik berkisar 20 - 30 . Jika C/N terlalu tinggi, nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat oleh bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhannya dan hanya sedikit yang bereaksi dengan karbon akibatnya gas yang dihasilnya menjadi rendah. Sebaliknya jika C/N rendah, nitrogen akan dibebaskan dan berakumulasi dalam bentuk amonia (NH_4)

yang dapat meningkatkan pH. Jika pH lebih tinggi dari 8,5 akan menunjukkan pengaruh negatif pada populasi bakteri metanogen (Haryati, 2006). Dimana mempengaruhi produksi biogas yang dihasilkan dari proses anaerobic tersebut.

3.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi dalam Pembentukan Biogas

a. Rasio C/N

Merupakan hubungan antara jumlah karbon dan nitrogen yang terkandung dalam bahan organik. Apabila rasio C/N sangat tinggi, nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat oleh bakteri metan, sehingga produksi metan menjadi rendah. Dan apabila sebaliknya, jika rasio C/N sangat rendah, maka nitrogen akan bebas menambah bentuk NH_4 (amoniak). Sehingga akan berakibat racun bagi bakteri metan yang ada (Widiartanti Y dan Soehartanto, 2013).

b. Pengadukan

Proses pengadukan akan sangat menguntungkan karena apabila tidak diaduk solid akan mengendap pada dasar tangki dan akan terbentuk busa pada permukaan yang akan menyulitkan keluarnya gas. Masalah tersebut terjadi lebih besar pada proses yang menggunakan bahan baku limbah sayuran dibandingkan yang menggunakan kotoran ternak (Haryati, 2006). Pengadukan selama proses dekomposisi untuk mencegah terjadinya benda-benda mengapung pada permukaan cairan dan berfungsi mencampur methanogen dengan substrat. Pengadukan juga memberikan kondisi temperatur yang seragam dalam digester (Purnomo, 2009). Selain itu pengaduk dapat meningkatkan kontak antara mikroba

dengan substrat sehingga bakteri mendapatkan nutrisi dengan baik (Widiartanti Y dan Soehartanto, 2013).

c. Temperatur

Menurut (Purnomo, 2009) temperatur. Secara umum, ada 3 rentang temperatur yang disenangi oleh bakteri, yaitu:

1. *Psicrophilic* (suhu 4–20 °C). Biasanya untuk negara-negara subtropics atau beriklim dingin.
2. *Mesophilic* (suhu 20–40 °C).
3. *Thermophilic* (suhu 40 – 60 °C). Digunakan hanya untuk men-digesti material, bukan untuk menghasilkan biogas.

Untuk negara tropis seperti Indonesia, digunakan *unheated digester* (digester tanpa pemanasan) untuk kondisi temperatur tanah 20–30 °C.

d. Waktu

Faktor lain yang perlu diperhatikan yaitu waktu retensi, faktor ini sangat dipengaruhi oleh temperatur, pengenceran, laju pepadukan bahan dan lain sebagainya . Pada temperatur yang tinggi laju fermentasi berlangsung dengan cepat, dan menurunkan waktu proses yang diperlukan. Pada kondisi normal fermentasi kotoran berlangsung antara dua sampai empat minggu (Haryati, 2006).

e. pH

Bakteri berkembang dengan baik pada keadaan yang agak asam (pH antara 6,6 – 7,0) dan pH tidak boleh di bawah 6,2. Karena itu, kunci utama dalam

kesuksesan operasional digester adalah dengan menjaga agar temperatur konstan (tetap) dan input material sesuai (Purnomo, 2009). Jika pH lebih tinggi dari 8,5 akan menunjukkan pengaruh negatif pada populasi bakteri metanogen (Haryati, 2006). Maka akan berpengaruh terhadap produksi biogas yang dihasilkan.

f. Tekanan

Satuan tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu cairan atau gas. Satuan tekanan dapat dihubungkan dengan satuan volume (isi) dan suhu. Semakin tinggi tekanan di dalam suatu tempat dengan isi yang sama, maka suhu akan semakin tinggi (Anonim, 2016).

g. Slurry

Merupakan residua atau fluida yang dibuang karena sudah tidak terpakai lagi dan telah mengalami proses fermentasi oleh bakteri metan pada proses anaerob di dalam pencernaan. Setelah ekstraksi biogas (energi), slurry keluar dari ruang pencernaan sebagai produk samping dari sistem pencernaan secara aerobik (Widiartanti Y dan Soehartanto, 2013).

h. Pengaruh Air

Air sangat penting bagi pertumbuhan mikroba dan mempertahankan hidupnya. Kadar kelembaban yang tinggi, antara 80-90 % sangat disukai bakteri anaerobik untuk perkembangannya. Jika kelembaban sangat rendah, 10 % atau kurang dapat mengakibatkan terhentinya aktifitas mikroba dalam menguraikan selulosa (Billah).

i. Pengaruh Oksigen

Tersedianya oksigen berpengaruh pada sifat dan perkembangan mikroba. Mikroba dapat dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu mikroba yang bersifat aerobik, anaerobik dan anaerobik fakultatif (dapat tumbuh sangat baik jika tidak ada oksigen tetapi dapat tumbuh secara aerobik) (Billah).

j. Pengaruh starter

Diperlukan untuk mempercepat proses fermentasi anaerob (Ikhsan, dkk). Penambahan biostarter dapat memaksimalkan produksi biogas. Pemilihan starter yang baik sangat penting untuk mempercepat proses perombakan bahan organik (Ningsih, dkk, 2014).

k. Kebutuhan Nutrisi

Kebutuhan nutrisi antara lain ammonia (NH_3) sebagai sumber Nitrogen, fosfor dalam bentuk fosfat (PO_4), magnesium (Mg) dan seng (Zn) dalam jumlah yang sedikit (Ikhsan, dkk).

3.6. Manfaat Biogas

Biogas memang pilihan yang tepat untuk dijadikan sebagai energi alternatif. Selain murah, biogas juga sangat ramah lingkungan. Limbah yang dihasilkan selama proses produksi biogas juga masih dapat dimanfaatkan. Hasil samping biogas yang berupa lumpur atau yang lebih dikenal dengan sebutan sludge mengandung banyak unsur hara yang dapat dimanfaatkan menjadi pupuk untuk tanaman.



Gambar 2.6 : Pengaplikasian dari Manfaat Biogas

(Sumber: <https://www.google.com/search?q=GAMBAR+manfaat+dari+biogas>)

Pupuk organik yang dihasilkan dari alat keluaran biogas sudah dapat digunakan dan berkualitas prima. Kandungan unsur haranya yang tinggi sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Proses pembuatan pupuk organik dengan memanfaatkan hasil keluaran biogas ini lebih efisien dibandingkan dengan pembuatan kompos yang memerlukan lahan yang lebih luas serta proses yang lebih lama. Selain itu, digester yang didesain kedap udara juga mengurangi tingkat kegagalan proses dekomposisi sehingga pupuk organik yang dihasilkan berkualitas maksimal (Wahyuni, 2011).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan November 2016 – bulan Februari 2017 di pondok Az-Zahrah, Daerah kampus UIN Alauddin Makassar Samata - Gowa.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a.** Reaktor biogas dengan pengadukan, untuk proses pembuatan biogas mulai dari pengadukkan, fermentasi dan penyimpan gas.
- b.** Manometer terbuka, untuk mengukur tekanan gas pada proses fermentasi sampel.
- c.** Thermokopel, untuk mengukur temperatur sampel pada reaktor pengaduk dan reaktor fermentasi.
- d.** Kertas pH, untuk mengukur pH sampel sebelum proses fermentasi
- e.** Stopwatch, untuk mengukur waktu pengadukan sampel dan waktu uji nyala biogas.
- f.** Timbangan, untuk mengukur massa sampel.
- g.** Gelas kimia, untuk mengukur volume air.

- h.** Kompor biogas, untuk pengujian nyala api biogas

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kotoran sapi, limbah eceng gondok dan air yang merupakan limbah rumah tangga yang akan dilakukan pengolahan sehingga menghasilkan biogas.

3.3 Prosedur Kerja

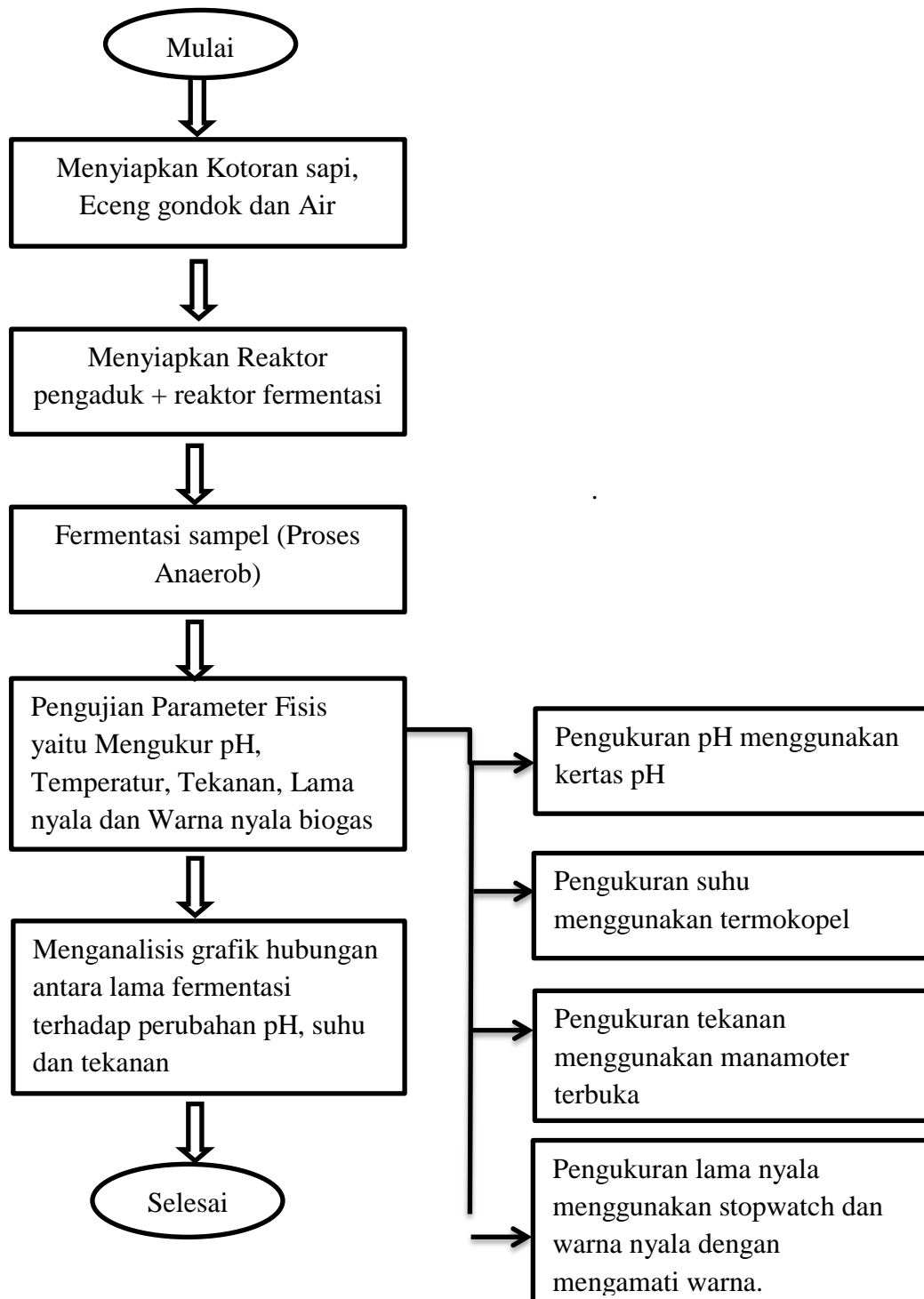
Prosedur kerja yang dilakukan pada penelitian ini dalam perlakuan III adalah

- a.** Menyiapkan alat dan semua bahan yang akan digunakan yaitu kotoran sapi basah , eceng gondok basah dan air.
- b.** Mencacah batang dan daun eceng gondok sampai dalam ukuran kecil sebanyak 2 Kg menggunakan timbangan
- c.** Memblender batang dan daun eceng gondok serta air sampai dalam ukuran tidak halus sempurna sebanyak 2 Kg menggunakan timbangan.
- d.** Menimbang 2 Kg kotoran sapi menggunakan timbangan.
- e.** Mengukur 4 Liter volume air menggunakan gelas kimia.
- f.** Mencampurkan bahan point (c sampai e) dan mengaduk sampai tercampur sempurna selama 5 menit dengan kecepatan 170 rpm serta mengulangi pengadukan 1 kali dalam 2 hari selama 5 menit dengan kecepatan 170 rpm menggunakan stopwatch.
- g.** Menyimpan campuran dalam reaktor fermentasi (proses anaerob) selama 15-20 hari
- h.** Mengukur pH campuran setelah pengadukan dengan menggunakan kertas pH yaitu dengan acuan pH stabil sebesar 7,2 sampai 8,5 dan mengulangi dengan

Tabel 3.2: Uji nyala dan warna biogas

Perlakuan Sampel	Waktu (Lama nyala) (detik)	Warna Nyala
I		
II		
III		
IV		

3.4 Diagram Alir



Gambar 3.1 : Diagram alir penelitian

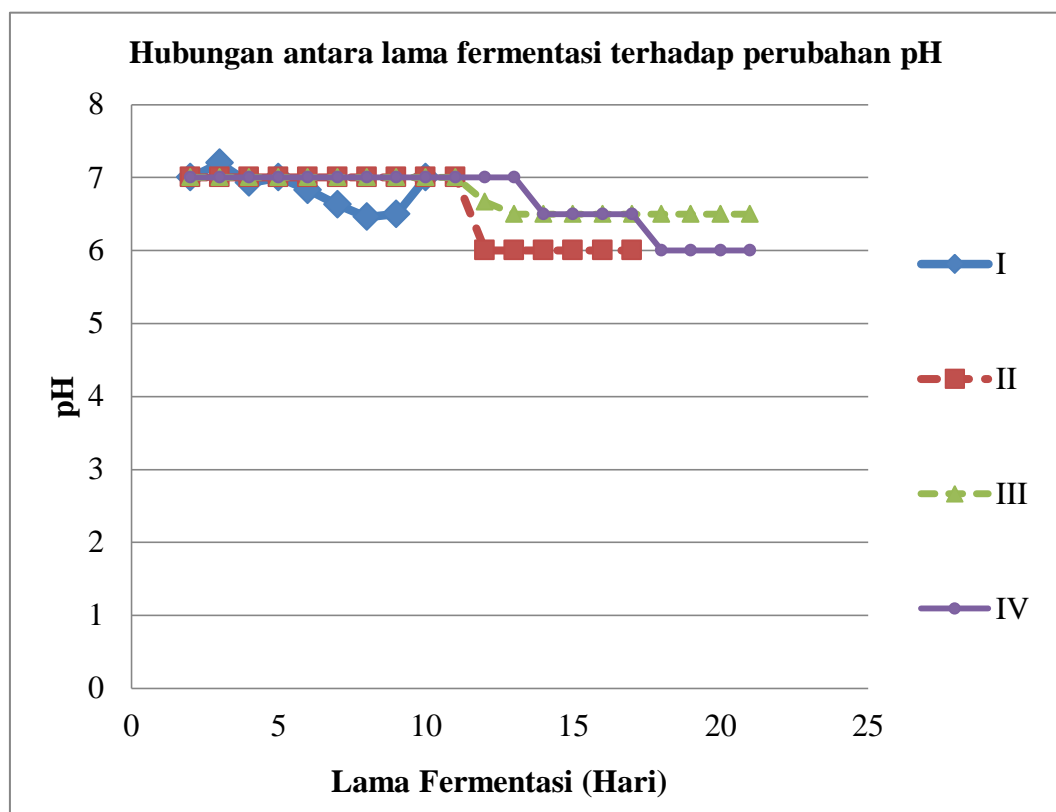
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengukuran nilai pH

Pengambilan nilai pH dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 Wita, siang pukul 12.00 Wita dan sore pukul 18.00 Wita seperti yang terlampir pada tabel 1 sampai tabel 4 untuk pengukuran pH. Berdasarkan tabel 1 sampai 4 dapat diperoleh grafik hubungan antara lama fermentasi terhadap perubahan pH pada perlakuan berbeda.

Grafik 4.1 : Hubungan antara lama fermentasi terhadap perubahan pH pada perlakuan berbeda.



Pengambilan nilai pH dilakukan menggunakan kertas pH dengan terlebih dahulu dilakukan pengambilan larutan sampel atau substrat yang ada didalam reaktor fermentasi biogas melalui kran menggunakan gelas kimia kemudian mencelupkan kertas pH ke dalam gelas kimia tersebut dan mengamati perubahan warna pada kertas pH apakah larutan bersifat asam atau basa dengan mencocokkannya pada petunjuk warna nilai pH sehingga dapat mengetahui keadaan di dalam reaktor biogas.

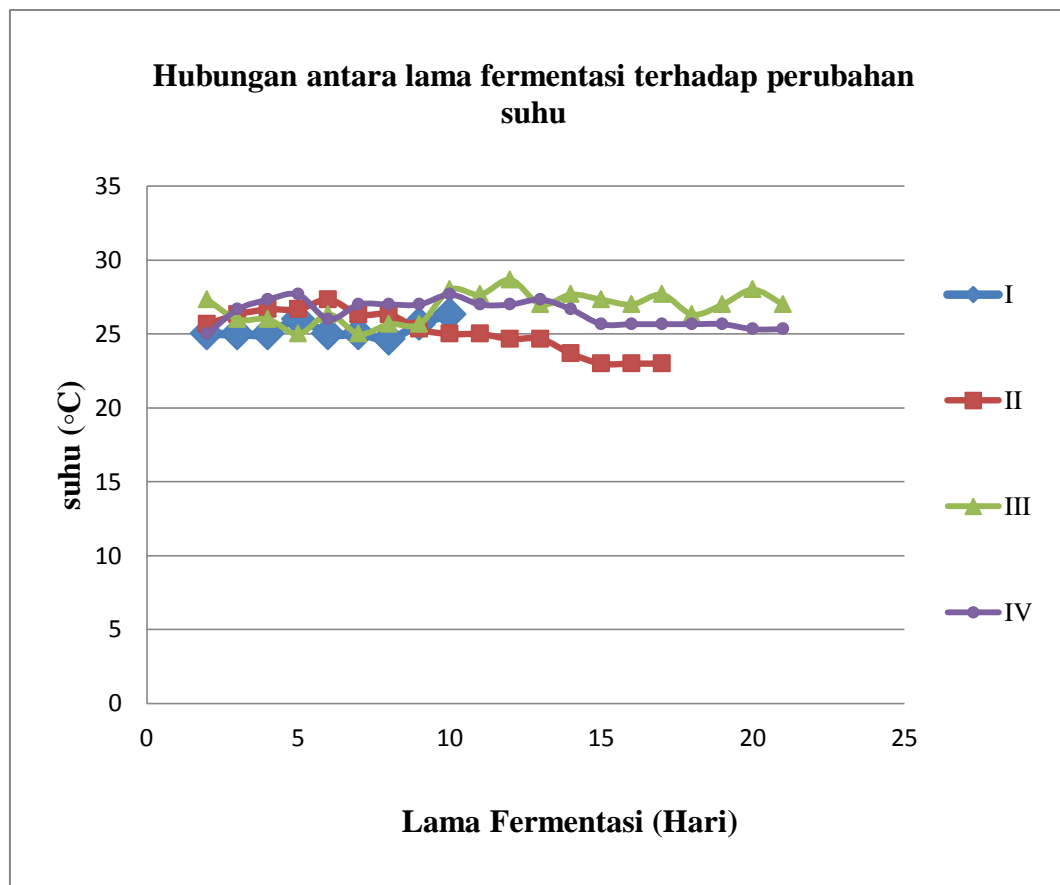
Berdasarkan grafik 4.1 di atas menunjukkan perubahan nilai pH selama proses fermentasi. Pada perlakuan I sebagai data pembanding terhadap data pada perlakuan II karena komposisi perlakuan dan reaktor biogas yang digunakan adalah sama namun pada perlakuan I dilakukan selama 9 hari sedangkan pada perlakuan II dilakukan selama 16 hari. Pada perlakuan I diperoleh nilai pH tertinggi pada hari ke 2 yaitu dengan nilai 7.2 dan menurun pada hari ke 7 yaitu nilai 6,4 sedangkan pada perlakuan II diperoleh nilai pH netral mulai hari pertama yaitu nilai 7,0 dan menurun pada hari ke 11 yaitu 6,0. Nilai pH yang stabil pada perlakuan I menyebabkan produksi biogas juga semakin baik dalam hal menghasilkan gas metan dibandingkan dengan pada perlakuan II. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yuwono dan Soehartanto yang menyatakan bahwa nilai pH stabil produksi metan berkisar 7,2 - 8,2. Kemudian pada perlakuan III diperoleh nilai pH netral mulai hari pertama yaitu nilai 7,0 dan menurun pada hari ke 12 yaitu nilai 6,5. Selanjutnya terakhir pada perlakuan IV diperoleh nilai pH netral mulai hari pertama fermentasi yaitu nilai 7,0 dan menurun pada hari ke 17 yaitu nilai 6,0. Perubahan nilai pH pada perlakuan III dengan nilai pH 6,5 adalah nilai

pH untuk keadaan asam sehingga bisa jadi menghambat kerja mikroba dalam substrat untuk tahap produksi metan dan perubahan pH pada perlakuan IV yaitu nilai 6,0 menunjukkan kondisi substrat dalam keadaan sangat asam atau nilai pH yang terlalu rendah akan menyebabkan proses produksi metan terhenti karena kondisi mikroba dalam reaktor biogas tidak memperoleh nutrisi dengan baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yuwono dan Soehartanto yang menyatakan bahwa nilai pH yang terlalu rendah bisa saja menghentikan tahap selanjutnya yaitu proses fermentasi. Maka dari empat perlakuan diperoleh rentang nilai pH yaitu 6.0 – 7.2.

4.2. Pengukuran nilai suhu

Pengukuran suhu dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 Wita, siang pukul 12.00 Wita dan sore pukul 18.00 Wita seperti yang terlampir pada tabel 5 sampai 8 untuk pengukuran suhu. Berdasarkan tabel 5 sampai 8 dapat diperoleh grafik hubungan antara lama fermentasi terhadap perubahan suhu pada perlakuan berbeda.

Grafik 4.2 : Hubungan antara lama fermentasi terhadap perubahan suhu pada perlakuan berbeda.



Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termokopel yang disambung dengan kabel yang telah terhubung di bagian dalam reaktor biogas. Hal ini dilakukan supaya dapat melihat perubahan dan kondisi suhu substrat didalam reaktor biogas selama fermentasi produksi biogas sehingga dapat mengetahui suhu apakah mempengaruhi kehidupan mikroba dalam memproduksi metan.

Berdasarkan grafik 4.2 di atas menunjukkan perubahan suhu selama proses fermentasi. Pada perlakuan I sebagai data pembanding terhadap data pada perlakuan II karena komposisi perlakuan dan reaktor biogas yang digunakan

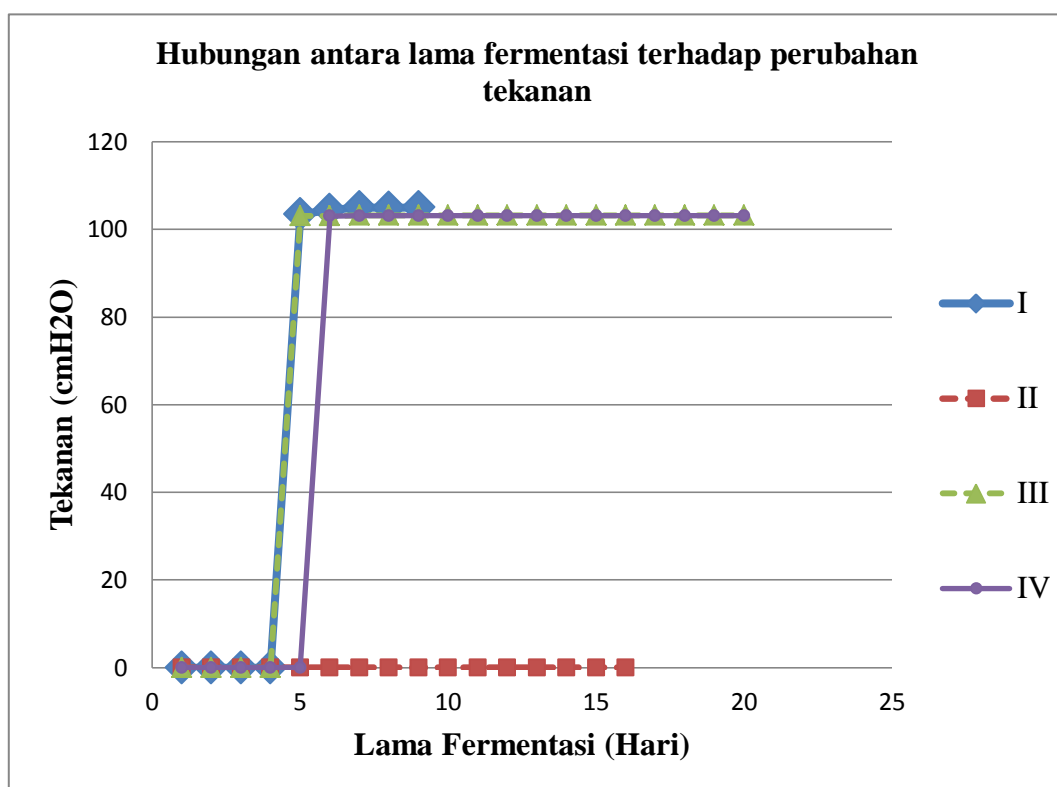
adalah sama namun pada perlakuan I dilakukan selama 9 hari sedangkan pada perlakuan II dilakukan selama 16 hari. Pada perlakuan I diperoleh suhu tertinggi pada hari ke 4 yaitu 26 °C dan mengalami penurunan pada hari ke 7 yaitu 24,67 °C namun dihari ke 8 dan hari ke 9 kembali mengalami kenaikan sedangkan pada perlakuan II diperoleh suhu tertinggi pada hari ke 5 yaitu 27,33 °C dan terus mengalami penurunan dari hari ke 6 sampai 16 yaitu suhu 23 °C dan karena kondisi penurunan suhu ini pula yang menyebabkan pengambilan data sampai di hari ke16. Kemudian pada perlakuan III diperoleh perubahan suhu yang tidak menentu untuk kenaikan dan penurunannya, suhu tertinggi pada hari ke 11 yaitu 28,67 °C dan mengalami penurunan yang tidak besar dari hari ke 12 sampai hari ke 20 yaitu 27 °C. selanjutnya pada perlakuan IV diperoleh perubahan suhu yang tidak menentu juga. Mengalami kenaikan pada hari ke 4 yaitu 27,67 °C dan terus mengalami penurunan pada hari ke 13 sampai hari ke 20 yaitu 26°C. Perubahan suhu yang tidak menentu akan mempengaruhi kondisi mikroba didalam substrat selama proses fermentasi seperti pernyataan Tuti haryati dalam teori yang menyatakan bahwa bakteri metagonetik tidak aktif pada suhu sangat tinggi atau suhu rendah. Suhu optimumnya yaitu sekitar 35 °C. Jika suhu turun menjadi 10 °C, produksi gas akan terhenti. Produksi gas yang memuaskan berada pada daerah mesofilik yaitu 25 °C - 30 °C. Maka dari empat perlakuan diperoleh rentang nilai suhu yaitu 23 °C - 28,67 °C.

4.3.Pengukuran nilai tekanan

Pengukuran tekanan dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 Wita, siang pukul 12.00 Wita dan sore pukul 18.00 Wita seperti yang terlampir pada tabel 9

sampai tabel 12 untuk pengukuran tekanan. Berdasarkan tabel 9 sampai 12 dapat diperoleh grafik hubungan antara lama fermentasi terhadap perubahan tekanan pada perlakuan berbeda.

Grafik 4.3 : Hubungan antara lama fermentasi terhadap perubahan tekanan pada perlakuan berbeda.



Pengukuran tekanan dilakukan dengan mengamati setiap kenaikan air pada manometer terbuka yang di hubungkan dengan salah satu selang atau saluran dari reaktor penyimpan biogas. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pada hari ke berapa selama proses fermentasi kenaikan tekanan pada manometer sehingga mempermudah perhitungan volume biogas dalam reaktor. Satuan yang digunakan

untuk tekanan pada penelitian ini adalah cmH₂O karena larutan yang digunakan dalam manometer terbuka adalah air murni.

Grafik 4.3 di atas menunjukkan perbedaan yang signifikan dari setiap perlakuan. Perlakuan I sebagai data pembanding terhadap data pada perlakuan II karena komposisi perlakuan dan reaktor biogas yang digunakan adalah sama namun pada perlakuan I dilakukan selama 9 hari sedangkan pada perlakuan II dilakukan selama 16 hari. Pada perlakuan I diperoleh tekanan yang sangat tinggi dibandingkan pada perlakuan II yaitu sebesar 105 cmH₂O sedangkan pada perlakuan II tidak menunjukkan kenaikan tekanan pada manometer terbuka. Hal ini terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi mikroba dalam proses fermentasi yaitu pH substrat pada perlakuan I mulai hari ke 2 proses fermentasi telah menunjukkan pH stabil yaitu 7,2 sedangkan pH substrat pada perlakuan II menunjukkan pH netral untuk beberapa hari dan mengalami penurunan pada hari ke 11 yaitu 6,0. seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa pH stabil yaitu 7,2 – 8,2 sedangkan untuk pH yang bersifat asam atau pH rendah bisa saja menghentikan tahap selanjutnya yaitu proses fermentasi maka hal ini terjadi pada perlakuan II. Faktor lainnya yang mempengaruhi yaitu suhu. Suhu tertinggi pada perlakuan I tidak terlalu besar dibandingkan suhu tertinggi pada perlakuan II yaitu 26,33 °C sedangkan suhu tertinggi pada perlakuan II yaitu 27,67 °C namun walaupun demikian suhu pada perlakuan I hanya mengalami 1 hari penurunan yaitu 24,67 °C kemudian setelahnya terus mengalami kenaikan sedangkan suhu pada perlakuan II terus mengalami penurunan yaitu 23°C. Selanjutnya pada perlakuan III diperoleh kenaikan tekanan yang tidak terlalu tinggi yaitu sebesar

103,2 cmH₂O dan tekanan pada perlakuan IV yaitu sebesar 103,1 cmH₂O. Hal ini terjadi karena pH dan suhu yang semakin menurun serta karena adanya faktor lain yang yang terjadi dalam substrat seperti pernyataan Tuti Haryati bahwa kegagalan proses pencernaan anaerobik dalam reaktor biogas bisa dikarenakan tidak seimbangnya populasi bakteri metagonetik terhadap bakteri asam yang menyebabkan lingkungan menjadi sangat asam yang selanjutnya menghambat kelangsungan hidup bakteri metanogonetik. Dan dari IV perlakuan diperoleh rentang nilai tekanan yaitu 103.1 cmH₂O – 105 cmH₂O.

4.4.Uji Lama Nyala Biogas

Pengujian nyala api biogas dilakukan dengan cara menyambungkan selang pada reaktor penyimpanan biogas dengan selang kompor biogas atau selang pada reaktor penyimpanan biogas dihubungkan dengan korek api atau kertas yang mudah terbakar kemudian memutar kran selang pada reaktor penyimpanan biogas untuk menguji nyala api dan warna nyala api.

Berdasarkan gambar pada lampiran diperoleh hasil bahwa pada perlakuan I biogas yang dihasilkan dapat terbakar hanya saja lama nyala api sangat singkat dan tidak terlihat warna nyala api. Hal ini dikarenakan jumlah biogas sedikit dan dibuktikan dengan jumlah tekanan biogas dan dikarenakan beberapa faktor lainnya. Kemudian pada perlakuan II diperoleh hasil bahwa tidak ada nyala api. Hal ini sesuai dengan dibuktikan tidak adanya tekanan yang terbaca pada manometer terbuka. Selanjutnya pada perlakuan II dan III diperoleh hasil bahwa

tidak ada nyala api dan ada tekanan yang terbaca pada manometer terbuka namun sangat sedikit. Hal ini dikarenakan jumlah biogas yang dihasilkan sedikit.

4.5. Warna Nyala Biogas

Warna nyala dilakukan dengan pengamatan warna nyala dari api pada biogas dan berdasarkan lampiran tabel 13 diperoleh pada perlakuan I, II, III dan IV tidak ada warna nyala.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Telah dilakukan pengujian parameter fisis biogas dari komposisi kotoran sapi dan eceng gondok menggunakan reaktor berpengaduk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh rentang nilai pH yaitu 6,0 – 7,2. Kemudian diperoleh rentang nilai suhu yaitu 23 – 28,67 °C. Selanjutnya untuk rentang nilai tekanan yaitu 103,1 cmH₂O - 105 cmH₂O. Kemudian untuk lama nyala biogas diperoleh pada perlakuan I yaitu menyala dengan lama ± 20 detik sedangkan untuk perlakuan II, III dan IV diperoleh tidak ada nyala biogas. Serta untuk warna nyala biogas diperoleh pada perlakuan I, II, III dan IV tidak ada warna nyala.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebaiknya dilakukan penelitian dengan variasi sampel yang berbeda dengan komposisi sampel yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah bin Muhammad bin Abdurrahman bin ishaq al-sheikh, *Lubaabut Tafsir min Ibni Katsiir: Ringkasan Ibnu Katsir*, penj., M. Abdul Ghoffar, edit., M. Yusuf, et al., muraja'ah tim Pustaka Imam Syafi'i, Jakarta: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Anonim. 2016. *Tekanan*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Tekanan>. (Diakses 11 Agustus 2016).
- Anonim, 2016. *1.002 BBTUD Untuk Program 35.000 MW*. (<http://www.esdm.go.id/berita/listrik/39-listrik/8541-1002-bbtud-untuk-program-35000-mw.html>). (Diakses 11 Juli 2016).
- Anonim, 2010. *Sejarah Perkembangan Biogas*. <http://www.Sejarahperkembanganbiogas.inocintakita.com>. (Diakses Tanggal 28 Juli 2016).
- Arifin, Maulana, dkk. 2011. *Kajian Biogas Sebagai Sumber Pembangkit Tenaga Listrik Di Pesantren Saung Balong Al-Barokah, Majalengka, Jawa Barat*. Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik-LIPI. Bandung. JMEV Vol. 02 No 2, , 2011, pp 73-78.
- Astuti, Nurfitri. 2013. *Potensi Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes (Mart) Solms) Rawapening untuk Biogas dengan Variasi Campuran Kotoran Sapi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Billah, Mu'tasim. *Pemanfaatan limbah ikan tuna melalui proses fermentasi anaerob menggunakan bakteri ruminansia*. Prodi Teknik Kimia FTI-UPNV Jatim. Jawa timur. Jurnal ilmiah Teknik Lingkungan Vol 1 No.1.
- Duta, diemas kresna. 2015. *70 Ribu Orang Indonesia Memasak dengan Kotoran Ternak*. <http://70%20Ribu%20Orang%20Indonesia%20Memasak%20dengan%20Kotoran%20Ternak.htm>. (Diakses 28 Juli 2016).
- Gohsh, S, dkk. 1984. *hemicellulose conversion by anaerobic digestion*. Institute of gas tevhnology dan united gas pipe line company. USA. Biomassa vol. 6 h. 257-258.
- Haryati, tuti. 2006. *Biogas: limbah peternakan yang menjadi sumber energi alternative*. Penelitian Ternak. Bogor. Jurnal WARTAZOA Vol. 16 No. 3.
- Ikhsan, diyono, dkk. *Rancang bangun digester semi kontinyu pada produksi biogas dan pupuk organik dari sampah organik*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Jawa tengah.
- Ningsih, Sri suciati, dkk. 2014. Pengaruh penambahan beberapa cairan rumen terhadap produksi biogas dari kotoran sapi. Jurusan Biologi Universitas Negeri Padang, Biospesies Vol. 7 No. 2 hal. 34-42. Sumatera.

- Pobi, Andris Z. Jusna Ahmad dan Yuliana Retnowati, *Pengaruh Campuran Kotoran Sapi Dengan Eceng Gondok (Eicchornia crassipes) Dan Jerami Padi Terhadap Volume Biogas*. Program studi biologi fakultas MIPA universitas negeri Gorontalo. Gorontalo
- Prasetyo, Adi dan Decky. 2013. *Artikel tentang Biogas (Sejarah, Perkembangan dan Cara Pembuatannya)*. <http://www.Artikeltentangbiogas.com> (Diakses Tanggal 28 Juli 2016).
- Purnomo, Joko. 2009. *Rancang bangun pembangkit listrik tenaga biogas*. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rahayu, sugi, dkk. 2010. *Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan beserta Aspek Sosio Kulturalnya*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Riyanti, Fahma dkk. *Pembuatan instalasi untuk biogas dari enceng gondok (eicchornia crassipes) yang efisien untuk lahan kecil*. Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam universitas sriwijaya. Palembang. Jurnal Pengabdian Sriwijaya.
- Roosganda. E dan Rusdiana. 2009. *Efektivitas Pemanfaatan Biogas sebagai Sumber Bahan Bakar dalam Mengatasi Biaya Ekonomi Ruah Tangga di Perdesaan*. Pusat sosial ekonomi dan kebijakan pertanian, pusat penelitian dan pengembangan peternakan. Bogor.
- Saputri, Azay Ragsul dan Yulinah Trihadiningrum. 2010. *Pemanfaatan Biomassa Eceng Gondok Dari Kolam Pengolahan Greywater Sebagai Penghasil Biogas (The Use Of Water Hyacinth Biomass From Greywater Treatment Pond For Biogas Production)*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya.
- Sidik, P. 2008. *Perbandingan Unjuk Kerja Proses Fermentasi Anaerobik Single Stage Dengan Double Stage Sebagai Alternatif Pengolahan Sampah Kota*. Teknik Kimia ITENAS.
- Sunaryo. 2014. *Rancang bangun reaktor biogas untuk pemanfaatan limbah kotoran ternak sapi di desa limbangan kabupaten banjarnegara*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Sains Al Quran (UNSIQ) Wonosobo. Jawa tengah. Jurnal PPKM UNSIQ I, 2014, h. 21-30, ISSN: 2354-869X.
- Tangio, Julhim S. *Pemanfaatan Biomassa Enceng Gondok Dari Danau Limboto Sebagai Penghasil Biogas*. Jurusan pendidikan kimia fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam universitas negeri Gorontalo. Gorontalo
- Utomo, Arif Fajar dan Nungki Primastuti. *Pemanfaatan Limbah Furtinure Eceng Gondok (Eicchornia Crassipes) sebagai bahan dasar pembuatan briket bioarang*. Jurusan teknik kimia fakultas teknik universitas diponegoro. Semarang. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri Vol. 2 No. 2, 2013, h. 220-225.
- Wahyuni, Sri. 2011. *Biogas Energi Trebarukan Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan*. Jakarta.

- Widiartanti Y, Candrika dan Totok Soerharrrtanto. 2013. *Perancangan Sistem Pengaduk pada Bioreaktor Batch untuk Meningkatkan Produksi Biogas*. Jurusan teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. Jurnal Teknik PomITS vol. 2 no. 1, 2013, h. 2301-9271, ISSN : 2337-3539.
- Wikipedia. 2014. *Biogas*. <http://www.wikipediabahasaIndonesia-Ensiklopediabebas.com>. (Diakses Tanggal 28 Juli 2016).
- Yonathan, Arnold dkk. 2013. *Produksi Biogas dari Eceng gondok (Eicchornia Crassipes) : Kajian Konsistensi dan Ph terhadap biogas dihasilkan*. Laboratorium pengolahan limbah jurusan tehnik kimia fakultas tehnik universitas diponegoro. Semarang. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri Vol. 2 No. 2, 2013, h. 211-215.
- Yongzhi, W dan W, HU. 2001. *Research and application of biogas decontamination system Internet dialog on ecological sanitation*. [httpJ/www.ias.unu.edu/procedings/icibs/ecosan/wang-03 .html](httpJ/www.ias.unu.edu/procedings/icibs/ecosan/wang-03.html). (Diakses 28 Juli 2016).
- Yuwono, c.w. Dkk, 2013, *Perancangan sistem pengaduk pada bioreaktorbatch untuk meningkatkan produksi biogas*”, Surabaya: jurusan teknik fisika fakultas teknologi industri institut teknologi sepuluh nopember.

LAMPIRAN 1
ANALISIS DATA DAN TABEL

1. Tabel hasil penelitian

4.5.1.1. Pengukuran pH

Tabel 1 : Pengukuran pH pada perlakuan I menggunakan reaktor biogas dengan pengaduk sebagai data pembanding.

Hari Ke-	Nilai pH			Ph rata-rata
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	7,0	7,0	7,0	7,0
2	7,2	7,2	7,2	7,2
3	7,0	7,0	6,8	6,93
4	7,0	7,0	7,0	7,0
5	7,5	6,5	6,5	6,83
6	6,7	6,7	6,5	6,63
7	6,5	6,5	6,4	6,46
8	6,5	6,5	6,5	6,5
9	7,0	7,0	7,0	7,0

Tabel 2 : Pengukuran pH pada perlakuan II menggunakan reaktor biogas dengan pengaduk sebagai data pembanding.

Hari Ke-	Nilai pH			pH rata-rata
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	7,0	7,0	7,0	7,0
2	7,0	7,0	7,0	7,0
3	7,0	7,0	7,0	7,0
4	7,0	7,0	7,0	7,0
5	7,0	7,0	7,0	7,0
6	7,0	7,0	7,0	7,0
7	7,0	7,0	7,0	7,0
8	7,0	7,0	7,0	7,0
9	7,0	7,0	7,0	7,0
10	7,0	7,0	7,0	7,0
11	6,0	6,0	6,0	6,0

12	6,0	6,0	6,0	6,0
13	6,0	6,0	6,0	6,0
14	6,0	6,0	6,0	6,0
15	6,0	6,0	6,0	6,0
16	6,0	6,0	6,0	6,0
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-

Tabel 3 : Pengukuran pH pada perlakuan III menggunakan reaktor biogas dengan pengaduk sebagai data pembanding.

Hari Ke-	Nilai pH			pH rata-rata
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	7,0	7,0	7,0	7,0
2	7,0	7,0	7,0	7,0
3	7,0	7,0	7,0	7,0
4	7,0	7,0	7,0	7,0
5	7,0	7,0	7,0	7,0
6	7,0	7,0	7,0	7,0
7	7,0	7,0	7,0	7,0
8	7,0	7,0	7,0	7,0
9	7,0	7,0	7,0	7,0
10	7,0	7,0	7,0	7,0
11	7,0	6,5	6,5	6,67
12	6,5	6,5	6,5	6,5
13	6,5	6,5	6,5	6,5

14	6,5	6,5	6,5	6,5
15	6,5	6,5	6,5	6,5
16	6,5	6,5	6,5	6,5
17	6,5	6,5	6,5	6,5
18	6,5	6,5	6,5	6,5
19	6,5	6,5	6,5	6,5
20	6,5	6,5	6,5	6,5

Tabel 4 : Pengukuran pH pada perlakuan IV menggunakan reaktor biogas dengan pengaduk sebagai data pembanding

Hari Ke-	Nilai pH			Tekanan rata-rata
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	1	1	0,67
6	1,0	1,0	1,0	1,0
7	2,0	2,0	2,0	2,0
8	2,0	2,0	2,0	2,0
9	2,0	2,0	2,0	2,0
10	2,0	2,0	2,0	2,0
11	2,0	2,0	2,0	2,0
12	2,0	2,0	2,0	2,0
13	2,0	2,0	2,0	2,0
14	2,0	2,0	2,0	2,0

15	2,0	2,0	2,0	2,0
16	2,0	2,0	2,0	2,0
17	2,0	2,0	2,0	2,0
18	2,0	2,0	2,0	2,0
19	2,0	2,0	2,0	2,0
20	2,0	2,0	2,0	2,0

4.5.1.2. Pengukuran Suhu

Tabel 5 : Pengukuran suhu pada perlakuan I menggunakan reaktor dengan pengaduk.

Hari Ke-	Nilai Suhu (°C)			Suhu rata-rata (°C)
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	25	25	25	25
2	25	25	25	25
3	25	25	25	25
4	26	26	26	26
5	25	25	25	25
6	25	25	25	25
7	24	25	25	24,67
8	26	26	25	25,67
9	27	27	25	26,33

Tabel 6 : Pengukuran suhu pada perlakuan II menggunakan reaktor dengan pengaduk.

Hari Ke-	Nilai Suhu (°C)			Suhu rata-rata (°C)
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	25	26	26	25,67
2	26	28	25	26,33

3	23	32	25	26,67
4	24	31	25	26,67
5	26	30	26	27,33
6	26	27	26	26,33
7	26	27	26	26,33
8	25	26	25	25,33
9	24	26	25	25
10	24	26	25	25
11	24	26	24	24,67
12	24	26	24	24,67
13	23	25	23	23,67
14	23	23	23	23
15	23	23	23	23
16	23	23	23	23
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-

Tabel 7 : Pengukuran suhu pada perlakuan III menggunakan reaktor dengan pengaduk.

Hari Ke-	Nilai Suhu (°C)			Suhu rata-rata (°C)
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	25	30	27	27,33
2	25	27	26	26

3	25	28	25	26
4	24	26	25	25
5	25	28	26	26,33
6	25	25	25	25
7	25	27	25	25,67
8	25	27	25	25,67
9	26	33	25	28
10	26	32	25	27,67
11	26	34	26	28,67
12	25	30	26	27
13	26	31	26	27,67
14	25	31	26	27,33
15	25	30	26	27
16	25	32	26	27,67
17	25	28	26	26,33
18	26	29	26	27
19	26	32	26	28
20	25	30	26	27

Tabel 8 : Pengukuran suhu pada perlakuan IV menggunakan reaktor dengan pengaduk.

Hari Ke-	Nilai Suhu (°C)			Suhu rata-rata (°C)
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	25	25	25	25
2	25	30	25	26,67

3	26	30	26	27,33
4	26	30	27	27,67
5	25	27	26	26
6	26	29	26	27
7	26	30	25	27
8	26	30	25	27
9	26	32	25	27,67
10	26	30	25	27
11	26	30	25	27
12	26	30	26	27,33
13	26	29	25	26,67
14	25	27	25	25,67
15	25	27	25	25,67
16	25	27	25	25,67
17	25	27	25	25,67
18	25	27	25	25,67
19	25	26	25	25,33
20	25	26	25	25,33

4.5.1.3. Pengukuran tekanan biogas

Tabel 9 : Pengukuran tekanan pada perlakuan I menggunakan reaktor dengan pengaduk

Hari Ke-	Nilai Tekanan (cmH ₂ O)			Tekanan rata-rata (cmH ₂ O)
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	0	0	0	0

2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	103,3	103,5	103,5	103,43
6	104,4	104,4	104,5	104,43
7	105	105	105	105
8	105	104,8	104,8	104,87
9	105	105	105	105

Tabel 10 : Pengukuran tekanan pada perlakuan II menggunakan reaktor dengan pengaduk

Hari Ke-	Nilai Tekanan (cmH ₂ O)			Tekanan rata-rata (cmH ₂ O)
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	0	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0

15	0	0	0	0
16	0	0	0	0
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-

Tabel 11 : Pengukuran tekanan pada perlakuan III menggunakan reaktor dengan pengaduk

Hari Ke-	Nilai Tekanan (cmH ₂ O)			Tekanan rata-rata (cmH ₂ O)
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	103,1	103,1	103,67
6	103,1	103,1	103,1	103,1
7	103,2	103,2	103,2	103,2
8	103,2	103,2	103,2	103,2
9	103,2	103,2	103,2	103,2
10	103,2	103,2	103,2	103,2
11	103,2	103,2	103,2	103,2

12	103,2	103,2	103,2	103,2
13	103,2	103,2	103,2	103,2
14	103,2	103,2	103,2	103,2
15	103,2	103,2	103,2	103,2
16	103,2	103,2	103,2	103,2
17	103,2	103,2	103,2	103,2
18	103,2	103,2	103,2	103,2
19	103,2	103,2	103,2	103,2
20	103,2	103,2	103,2	103,2

Tabel 12 : Pengukuran tekanan pada perlakuan IV menggunakan reaktor dengan pengaduk

Hari Ke-	Nilai Tekanan (cmH ₂ O)			Tekanan rata-rata (cmH ₂ O)
	06.00 Wita	12.00 Wita	18.00 Wita	
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	103,1	103,1	103,67
7	103,1	103,1	103,1	103,1
8	103,1	103,1	103,1	103,1
9	103,1	103,1	103,1	103,1

10	103,1	103,1	103,1	103,1
11	103,1	103,1	103,1	103,1
12	103,1	103,1	103,1	103,1
13	103,1	103,1	103,1	103,1
14	103,1	103,1	103,1	103,1
15	103,1	103,1	103,1	103,1
16	103,1	103,1	103,1	103,1
16	103,1	103,1	103,1	103,1
17	103,1	103,1	103,1	103,1
18	103,1	103,1	103,1	103,1
19	103,1	103,1	103,1	103,1
20	103,1	103,1	103,1	103,1

2. Perhitungan tekanan (cmhg)

➤ 1 atm (tekanan udara) = 10.3 mmH₂O = 103 cmH₂O

Rumus : $p(\text{gas}) = p(\text{air}) + p(\text{udara})$

- Perubahan tekanan untuk kenaikan 0,2 cmH₂O.

$$P(\text{gas}) = p(\text{air}) + p(\text{udara})$$

$$P(\text{gas}) = 0,2 \text{ cm} + 103 \text{ cmH}_2\text{O}$$

$$P(\text{gas}) = 103,2 \text{ cmH}_2\text{O}$$

Jadi, tekanan biogas yang diperoleh adalah 103,2 cmH₂O

3. Perhitungan volume tekanan biogas

Jumlah tekanan biogas terbanyak selama penelitian yaitu pada perlakuan I namun sebagai data pembanding. Sedangkan jumlah tekanan biogas terbanyak selama penelitian adalah pada perlakuan III.

- a. Untuk volume tekanan biogas pada perlakuan I

$$P(\text{gas}) = P(\text{air}) + P(\text{udara})$$

$$P = 2 \text{ cmH}_2\text{O} + 103 \text{ cmH}_2\text{O}$$

$$P = 105 \text{ cmH}_2\text{O}$$

- b. Untuk volume tekanan biogas pada perlakuan III

$$P(\text{gas}) = P(\text{air}) + P(\text{udara})$$

$$P = 0,2 \text{ cmH}_2\text{O} + 103 \text{ cmH}_2\text{O}$$

$$P = 103,2 \text{ cmH}_2\text{O}$$

4. Tabel Uji nyala dan warna nyala biogas

Tabel 13 : Uji lama pembakaran dan warna nyala biogas

Perlakuan Sampel	Waktu (Lama nyala) (detik)	Warna Nyala
I	± 20 detik	Tidak ada
II	0 detik	Tidak ada
III	0 detik	Tidak ada
IV	0 detik	Tidak ada

Lampiran 2

Dokumentasi hasil penelitian

1. Menyiapkan alat dan bahan penelitian





2. Proses pembuatan biogas





3. Pengukuran pH, suhu dan tekanan

a. Pengukuran pH



b. Pengukuran suhu





c. Pengukuran Tekanan

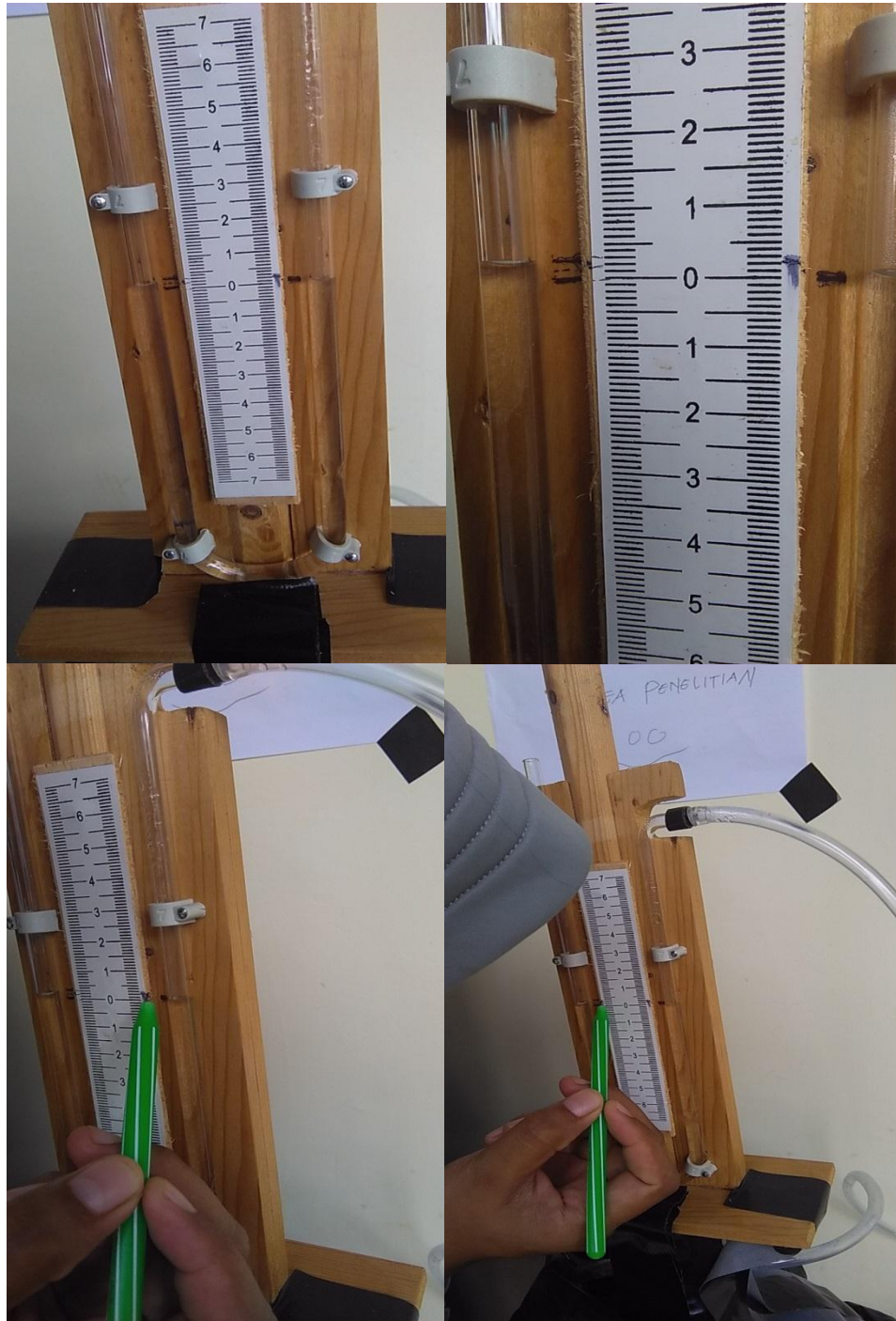
1) Tekanan untuk perlakuan I



2) Tekanan pada perlakuan II



3) Tekanan pada perlakuan III



4) Tekanan pada perlakuan IV



4. Uji Nyala

a. Uji nyala pada perlakuan I



b. Uji nyala pada perlakuan II



c. Uji nyala pada perlakuan III





d. Uji nyala pada perlakuan IV





RIWAYAT HIDUP PENULIS



Karlina dilahirkan di Bontokape, 08 April 1993, anak ke 7 dari 11 bersaudara, hasil buah kasih dari pasangan Mahadi dan Amnah. Penulis pertama kali menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Negeri Inpres Pali pada tahun 2000 dan lulus pada tahun 2006. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama di SMPN 2 Bolo dan lulus pada tahun 2009, dan pada tahun yang sama pula penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Bolo dan selesai pada tahun 2012, kemudian pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar Program Sarjana Satu (S1).